Eduardo Battaner

Los físicos y Dios

FÍSICA Y CIENCIA PARA TODOS

Real Sociedad Española de Física

FUNDACIÓN RAMÓN ARECES

CATARATA

Eduardo Battaner

Los físicos y Dios

FÍSICA Y CIENCIA PARA TODOS

Real Sociedad Española de Física

FUNDACIÓN RAMÓN ARECES

CATARATA

Eduardo Battaner

Los físicos y Dios

FÍSICA Y CIENCIA PARA TODOS

Real Sociedad Española de Física

FUNDACIÓN RAMÓN ARECES

CATARATA

Eduardo Battaner

LOS FÍSICOS Y DIOS

COLECCIÓN Física y Ciencia para todos

COMITÉ EDITORIAL

José Adolfo de Azcárraga Feliu (Presidente de la RSEF)

Miguel Ángel Fernández Sanjuán (Editor General de la RSEF)

Augusto Beléndez Vázquez (Director de la Revista Española de Física, RSEF)

Ilustración de cubierta: pintura imaginaria de Galileo Galilei mostrando su telescopio a Leonardo Donato, realizada por Henry-Julien Detouche (ca.1900), Wikimedia Commons.

Diseño de la colección: Pablo Nanclares

© Eduardo Battaner, 2020

© Real Sociedad Española de Física (RSEF), 2020

Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid

Plaza de las Ciencias, 1

28040 Madrid

www.rsef.es

© Fundación Ramón Areces, 2020

Calle Vitruvio, 5

28006 Madrid

www.fundacionareces.es

© Los Libros de la Catarata, 2020

Fuencarral, 70

28004 Madrid

TEL. 91 532 20 77

www.catarata.org

ISBNE: 978-84-1352-098-8

ISBN: 978-84-1352-072-8

Thema: PDZ/PH/PDX/QDT

Depósito legal: M-25.404-2020

Este libro ha sido editado para ser distribuido. La intención de los editores es que sea utilizado lo más ampliamente posible, que sean adquiridos originales para permitir la edición de otros nuevos y que, de reproducir partes, se haga constar el título y la autoría.

Preámbulo

El autor de esta obra no tiene ninguna intención de apostolado en absoluto. Afirma tajantemente que este libro no tiene propósitos religiosos, no favorece ningún tipo de confesión religiosa ni defiende ni reprueba el ateísmo. Pretende ser completamente aséptico y presentar, desde un punto histórico lo más objetivo que le es posible, las creencias de algunos de los físicos más importantes y la evolución de sus actitudes religiosas a lo largo de la historia.

Aunque la física perturba la teología, no es tampoco la intención del autor hablar de la física y Dios, sino de los físicos y Dios. No hay en este librito ni teología ni filosofía ni proselitismo. Tampoco hay física. Hay historia de la física, pero restringida al ámbito religioso[1]. Los aspectos biográficos se limitan a poco más que los años de nacimiento y muerte, a no ser que algunas obras sean indispensables para entender lo que los sabios pensaron y lo que hicieron pensar.

La razón de escribir Los físicos y Dios es que este tema interesa a mucha gente, tanto a físicos como a historiadores, a educadores y a personas con inquietudes culturales.

Los grandes físicos han sido grandes pensadores antes que físicos, por lo que su teísmo o su ateísmo nos interesa a todos. Ellos han trabajado en ese horizonte que separa lo conocido y lo por conocer y desde ese horizonte han podido tener una visión, sino más amplia, sí diferente y nueva. Y lo que nos han contado que han visto es la visión de tuertos y miopes, limitada como humana que es, pero siempre apasionante.

La vida de los físicos transcurre en unas coordenadas espacio-temporales concretas y en un marco histórico determinado. Frecuentemente, su momento histórico los arrastra a adoptar las creencias religiosas que les han tocado en suerte, como les ocurre

normalmente a los demás seres humanos. Pero otras veces, algunos físicos han seguido su propio camino, y los cerebros de los más admirados no sólo se han preocupado de la física, también de su forma de entender la filosofía y la religión, apartándose de la ideología o de la iglesia imperante. En alguna ocasión, incluso, son ellos los que han determinado la ideología dominante.

Las religiones, ¿han entorpecido o han propiciado el desarrollo de la ciencia y, en general, de la cultura? Quienes defienden una u otra postura, con más o menos vehemencia, pueden encontrar aquí algunos argumentos o algunos contraargumentos, pero, como queda tajantemente dicho, la intención del autor no es exponer su propio punto de vista ni soplar sobre ninguno de los platillos de la balanza; sea el lector quien sople. A lo sumo se conforma el autor con advertir que la historia es muy larga.

El texto ha sido revisado por Francisco Sánchez Martínez, director fundador del Instituto de Astrofísica de Canarias. También por otro buen amigo y asesor, que ha preferido permanecer en el anonimato, con quien he mantenido un copioso y fértil intercambio epistolar. Estrella Florido, mi correctora necesaria, puso orden y claridad en el borrador de este libro.

Capítulo 1

Los griegos y Dios

La civilización clásica griega pervivió durante más de ocho siglos. Son muchos siglos para poder hablar de una civilización tan longeva de forma unitaria que caracterice a todos sus filósofos. ¿Qué pensaban los griegos? Pero ¿qué griegos? ¿Los de qué época? ¿Hay algún denominador común? Muchos de los nombres de sus filósofos son conocidos por todos e incluso son conocidas sus ideas, pero frecuentemente no se los sitúa en el lugar y en el tiempo que vivieron. Hubo grandes transformaciones a lo largo de este tiempo y conviene tenerlo en cuenta para comprender su pensamiento.

Esta división de etapas puede depender de si atiende a la filosofía pura o a la ciencia, que es la que nos interesa aquí. Hubo una etapa primitiva jónica, asentada en las islas de la costa occidental de la Turquía actual, principalmente en Mileto, allá por el siglo VI a. C. En esta etapa jónica se distinguieron por ejemplo Tales y Pitágoras, aunque el segundo, después de numerosos viajes, acabó trasladándose al sur de la península Itálica. Hubo después una etapa de predominio filosófico asentada en Atenas, en la que florecieron los que hoy consideramos como grandes filósofos: Sócrates, Platón, Aristóteles… en los siglos V y IV a. C. Y hubo una tercera etapa asentada fundamentalmente en Alejandría, donde destacaron los que hoy llamaríamos científicos: Aristarco, Euclides, Ptolomeo, Eratóstenes, Hiparco, Arquímedes, Herón… en los siglos III a. C. en adelante. Casi todos los sabios griegos que los científicos más admiramos hoy pertenecieron a la etapa alejandrina, también llamada helenística. Claro que entonces la diferencia entre filósofo y científico no existía; todos eran filósofos. La transición entre las épocas ateniense y alejandrina se produjo alrededor del año 300 a. C.

Sin embargo, a pesar de estos cambios y del largo tiempo transcurrido, sí parece haber algo que unifica las diferentes etapas. En cuanto a la creencia en Dios, el tema que nos ocupa en este libro, los filósofos griegos se caracterizaron, en general, por su indiferencia o escepticismo. No es un asunto que pareciera

interesarles demasiado. Podemos buscar dos causas para esta relativa indiferencia.

En primer lugar, la filosofía jónica primitiva guio, en buena medida, la filosofía helena posterior. La religión de los jónicos no tenía sacerdotes ni creencias osificadas. Según E. Schrödinger, gran conocedor de la filosofía griega, autor de La naturaleza y los griegos, ello se debió a que su territorio no pertenecía a un gran imperio que hubiera sido hostil al pensamiento libre, sino formado por ciudades o islas-Estado. Estas ciudades estaban muy conectadas con el exterior mediante intercambios de mercancías e ideas. De aquellos primeros jónicos heredaron los griegos posteriores su objetividad, a veces su indiferencia, al tratar de dios o de dioses. Los grandes imperios imponen sus propios dioses; las pequeñas islas-Estado no tienen esa necesidad de cohesión.

Los jónicos tuvieron una filosofía muy libre y unas creencias religiosas despegadas de todo dogmatismo. Así fue el caso de Tales de Mileto (625-546 a. C.), Anaxímenes (550-525 o 528 a. C.) o Anaximandro (610-545 a. C.), todos ellos nacidos en Mileto. Tales, uno de los primeros físicos de la humanidad, pensaba que hasta los seres inanimados tenían alma (valga lo contradictorio de la expresión), incluso la tenían las piedras; es lo que hoy se llama "hilozoísmo". Concebía a un Dios como el intelecto o mente del universo.

La segunda causa es que los dioses griegos eran muchos y, sobre todo, eran antropomorfos, con pasiones, fechorías, vicios, virtudes y extravagancias muy humanas. La trascendencia de la mitología griega ha inspirado inconmensurablemente al arte, pero no a la ciencia. Digamos que, a lo sumo, ha enriquecido la toponimia astronómica. Seguimos hablando de la constelación de Andrómeda, de Casiopea o de Perseo, héroes de la mitología griega. Es posible que los pensadores libres miraran con escepticismo a tantos dioses perversos y, por extensión, a cualquier dios.

Hay, naturalmente, excepciones a esta apatía teológica y a la libertad de pensamiento religioso. Los legendarios pitagóricos constituían una secta religiosa y filosófica, con sede en el sur de la península itálica, y seguramente tenían una libertad de pensamiento más maniatada. La secta era secretista, por lo que conocemos poco

de sus creencias. Asumían la transmigración de las almas y, de hecho, el mismo Pitágoras (Samos, 569 - Metaponto o Cretona, 475 a. C.) nos dio el nombre de alguna de sus anteriores encarnaciones en este mundo como, por ejemplo, Apolo Hiperbóreo. Prueba de la falta de libertad de la escuela pitagórica fue el caso de Hipaso (500 a. C. - ¿?), ejecutado por revelar los secretos custodiados por la secta.

En su faceta como físico hay que recordar que Pitágoras fue autor del primer sistema del mundo en el que la Tierra no estaba en el centro. El centro era Hestia, un astro de fuego que sólo se podía ver desde la parte no civilizada de la Tierra, ya que esta presentaba siempre la misma cara a Hestia, gracias a un sincronismo similar al que hace que siempre veamos la misma cara de la Luna. El primer modelo cosmológico conocido no era geocentrista.

El ejemplo más claro de indiferencia en asuntos divinos lo tenemos en su más representativo filósofo: Aristóteles (Estagira, Macedonia, 384 - Calcis, Macedonia, 322 a. C.), uno de los grandes abuelos de la física, con sus reflexiones sobre la inercia y la caída de los graves. Aunque lo cierto es que ninguna de sus teorías físicas ha sobrevivido, los hijos medievales y renacentistas de este abuelo griego renegaron de él, pero le admiraron y conocían bien su obra. Aun errando, su influencia en el desarrollo de la física ha sido grande. Pues bien, Aristóteles no pronunció ni una sola vez la palabra Dios en su inmensa obra. Tan sólo argumentó que un móvil necesitaba un motor que también era un móvil, que necesitaba un motor, etc. concluyendo que debería haber un “primer motor”, siendo esta la única alusión a un ente cuasi-divino. Como vemos, es una alusión bastante tibia.

A Demócrito (460-370 a. C.) —el abderita risueño— se le considera a veces el “padre de la física”. Su teoría atómica ha perdurado hasta nuestros días, y la idea de los átomos, tanto luminosos como materiales, ha llegado hasta el siglo XX (aunque no tanto al XXI). Su atomismo se despreció en su tiempo como ateo. Era determinista, y el determinismo era incompatible con la libertad e incompatible con la responsabilidad de las acciones humanas, un viejo dilema que también ha llegado hasta nuestros días. No negaba a los dioses pero, aunque los consideraba seres extraordinarios, no pensaba que

fueran inmortales.

La más llamativa excepción de la proverbial libertad de los griegos en materia de religión es, precisamente, la de uno de los más representativos. Sócrates (470-399 a. C.), sentenciado por el senado democrático, fue ejecutado, envenenado con cicuta, por no reconocer los dioses atenienses e introducir otros nuevos, así como por corromper a la juventud. Aunque él lo negaba y pudo haber eludido su muerte, su ejecución nos muestra cómo la religión y la sabiduría han lidiado entre sí dolorosamente desde antiguo.

A pesar de estas excepciones, los filósofos griegos, y por tanto, sus físicos, no se vieron, en general, cohibidos para expresar sus pensamientos religiosos, y no parece que este asunto les quitara el sueño. Los que más libremente pudieron hablar fueron los que más callaron. Si algún pensador difería de las creencias oficiales no sufría la persecución y el escarmiento al que estarían expuestos sus colegas medievales.

Este sorprendente desinterés por la teología persistió en la época helenística, la época de los grandes físicos y astrónomos. Así, Arquímedes (287-212 a. C.) fue un gran sabio tanto en el plano teórico como en el experimental, pero no manifestó nada o muy poco sobre sus creencias religiosas. No sabemos si achacar su notable silencio al desinterés o al escepticismo, pero no se debió a la censura.

Los griegos fueron excelentes astrónomos y geómetras, aunque la astronomía que perseguían era también una cuestión geométrica. Nadie pensaba que la descripción del movimiento de los astros tuviera que regirse por principios físicos, y esta opinión llegó imperturbable a la Edad Media.

Los griegos fueron grandes geómetras y buenos astrónomos pero no cultivaran la aritmética o el álgebra, ni tampoco excesivamente la física; se puede deber a dos causas, aunque esto sea una simplificación atrevida. La primera es que, al no tener un sistema de numeración bueno, no pudieron desarrollar la aritmética y otras ramas de la matemática. Así fue hasta la llegada del alejandrino tardío Diofanto (siglo III o IV). La otra razón se debe a la influencia de Aristóteles, que pensaba que el experimento era una

perturbación humana indeseable de la naturaleza con la cual la acción grosera del hombre impedía su estudio. Hubo grandes físicos, de todas formas, porque no todos compartían la aversión de Aristóteles al trabajo experimental.

La filosofía griega fue un islote cultural en la historia, en el sentido de que, tanto antes como inmediatamente después, todos los sabios admitieron la existencia de uno o unos dioses, tal como creían sus congéneres. La duda mística religiosa no afloró en sus escritos. Esto fue así tanto en la época más filosófica de Atenas como en la época más científica de Alejandría.

Cuando Grecia pasó a ser una provincia romana esta circunstancia no cambió mucho. Los romanos cambiaron de nombre a los dioses, pero no rebajaron su número. Fueron mejores ingenieros que científicos y no contaron con grandes físicos. El islote cultural heleno continuó vivo durante el dominio romano de Grecia, en el sentido de que su ciencia era predominantemente laica (en el significado actual de la palabra), sin recurrir a la influencia divina para estudiar los fenómenos naturales.

Se puede pensar que los primeros cristianos modificaron el curso de la historia. Inicialmente, el cristianismo fue un movimiento pacifista, altruista y fraternal, y, evidentemente, los cristianos creían en la existencia de un solo dios, que había habitado muy recientemente entre ellos: Jesús de Nazaret. Los intereses del pueblo cambiaron de rumbo, centrando su atención en la defensa de su dios y en la salvación de su alma. ¿Podemos afirmar que, más tarde, el cristianismo, al salir de las catacumbas y convertirse en religión oficial, determinó el desmoronamiento de la ciencia griega?

Seguramente sí, al menos en principio, pero hay algunos hechos que nos previenen de una afirmación tajante.

La canonización de los santos cristianos se institucionalizó fundamentalmente para rememorar a los mártires, a los buenos y a los que tenían la supuesta capacidad de hacer milagros, es decir, de hacer actos incompatibles con las leyes de la naturaleza, pero también fueron canonizados distinguidos pensadores, como lo fueron san Agustín (354-430), o san Isidoro (556-634), la mayor autoridad científica de la época.

Podríamos considerar a san Agustín como bisabuelo de la relatividad por sus ideas sobre el tiempo. Según él, no tenía sentido hablar del tiempo antes de la creación porque Dios, que lo había creado todo, también había creado el tiempo. Dios no había hecho el mundo en el tiempo sino con el tiempo. Si ignoramos provisionalmente el lenguaje místico de san Agustín, esta idea parece concordar con la conclusión relativista de que las propiedades del tiempo dependen de la distribución de materia (más propiamente, del tensor impulso-energía). Tampoco la relatividad nos permite hablar del tiempo antes del Big Bang.

Otro hecho que, en cierto modo, contradice la supuesta despreocupación científica de los cristianos primitivos es el caso de los cristianos nestorianos. Los cristianos nestorianos fueron una rama expulsada del seno principal de la Iglesia por sus creencias supuestamente heréticas. Tuvieron que emigrar a Persia tras el concilio de Éfeso (431). Mucho después, jugaron un papel muy destacado en la fundación y funcionamiento de la Casa de la Sabiduría de Bagdad (827). Eran los tiempos del gran apogeo científico Abasí con Harún al-Rashid (763-809) y Al-Mamún (786-833). Fue primer director de esta venerable casa el cristiano nestoriano Hunayn ibn Ishaq (809-873), y allí descolló el gran sabio nestoriano Yuhanna ibn Haylan (en torno a 908). Es muy posible que, sin la participación de los nestorianos, la transmisión de la ciencia griega a los árabes se hubiera malogrado, con grave repercusión para el florecimiento de la ciencia occidental.

CAPÍTULO 2

Los árabes y Alá

Nos encontramos así frente a la hegemonía árabe de la ciencia. Como ocurre en el caso de los griegos, solemos hacer tabla rasa de las distintas épocas de la cultura del islam, cuando realmente hay etapas muy diferentes. Hay que situar a los sabios árabes en su lugar y en su época.

Desde el punto de vista de la ciencia, hubo tres periodos. Hubo una época inicial, desde la Hégira (622), cuando Mahoma se trasladó a Medina, hasta que la dinastía Omeya fue derrocada. La dinastía Omeya se hizo con el poder en el año 661 y fue suplantada por la dinastía Abasí el 750. En este periodo no se produjo ningún brote científico porque el islam canalizó toda su energía en la definición de sus creencias y, especialmente, en su prodigiosa expansión, que en muy poco tiempo abarcó desde España hasta la China. Esta expansión galopó a la velocidad de los caballos, que equivalía a ser la velocidad de las noticias.

El segundo periodo sí se distingue ya por un amor a la cultura. Su comienzo coincide con el derrocamiento de los Omeyas por los Abasíes. La capital de la sabiduría se trasladó a Bagdad. En este momento de esplendor de la ciencia se creó la mencionada Casa de la Sabiduría en los tiempos de Al-Mamún. Como dijimos, a esta eclosión cultural contribuyeron de forma importante los cristianos nestorianos, que habían sido condenados y considerados heréticos en el Concilio de Éfeso (431). Estos cristianos nestorianos perviven actualmente con el nombre de cristianos asirios. Este segundo periodo, pues, corresponde a la dinastía Abasí, centrada en Bagdad, en los siglos IX y X.

En la época Abasí, podríamos distinguir al persa Al-Jwarizmi (780-845), introductor en el islam de la numeración hindú, posicional (no es lo mismo 245 que 524) y con cero incorporado, y que desarrolló el álgebra; al astrónomo Al-Battani (877-929), que contribuyó de forma especial a la trigonometría, y, particularmente, al gran físico Alhacén (965-1040), el gran genio de la óptica. Como

vemos, este último vivió gran parte de su vida en el siglo XI, aunque perteneció a la cultura Abasí. Es que hay un desfase entre el florecimiento político de cualquier pueblo y el cultural. La cultura aflora más tarde, incluso coincidiendo ya con el desmoronamiento político. La vida de Alhacén transcurrió en El Cairo, cuando el esplendor de Bagdad decaía y se desperdigaba por otras ciudades. En esta misma época y en El Cairo, Avicena (980-1039) desarrolló también su gran trabajo como médico y filósofo.

El tercer periodo vuelve a estar encabezado por los Omeyas. Cuando los Abasíes derrocaron a los Omeyas, mataron a todos los miembros de la familia. A todos menos uno: Abderramán I, que logró huir en condiciones novelescas. Gracias a que su madre había sido bereber, consiguió hacerse fuerte en Marruecos para intentar la ocupación de la península ibérica. En 711 desembarcó en Almuñécar o Salobreña, derrocó al emir Yusuf, y en 712 ya había conquistado Toledo. Nos sorprende nuevamente la velocidad expansiva de los Omeyas. Más adelante Abderramán III se autoproclamaría Califa (912) y empezaría el fabuloso esplendor del Califato de Córdoba.

Es curioso resaltar, en este tipo de batallas de clara motivación religiosa, que si Abderramán I pudo vencer al emir Yusuf en Al-Ándalus fue, en muy buena parte, gracias a la ayuda de los mozárabes, que eran cristianos. La historia nos sorprende siempre con sus giros inesperados.

En la época Omeya del califato de Córdoba y su posterior dispersión en reinos de Taifas, podemos destacar al gran astrónomo cordobés Azarquiel (1029-1087). Hay otros cuatro filósofos árabes que merecen nuestra atención: Avempace (1070-1138) de Zaragoza, Abentofail (1105-1110) de Guadix, Averroes (1126-1198) de Córdoba y Al-Bitrugi (fl. 1200) de Pedroches, Córdoba. Estos cuatro sabios están encadenados: Al-Bitrugi fue discípulo de Averroes y este de Abentofail, y este de Avempace. Todos ellos se caracterizaron por su actitud crítica ante la filosofía griega. El primero, Avempace, concibió un sistema astronómico que prescindía de los epiciclos.

El segundo de ellos, Abentofail, escribió El filósofo autodidacta, en el que un niño recién nacido es abandonado en una isla y se

construye su propia filosofía, sin injerencias externas. Se adelantó, pues, a Descartes en su interés de obtenerlo todo de la íntima experiencia de su propio pensamiento, prescindiendo de todo lo aprendido.

El tercero es el filósofo por excelencia de toda la cultura del islam: Averroes, el gran comentador del Filósofo (Aristóteles). Como científico mostró su escepticismo con respecto al sistema de Ptolomeo. Se le tachó de ateo porque, cuando le preguntaron dónde estaba Dios, contestó que los incultos dirían que en el cielo, los cultos, que en todas partes y los sabios, que en ningún sitio. Pero Averroes no era ateo, antes al contrario, su filosofía pretendía armonizar el Corán y las ideas de Aristóteles.

El cuarto, Al-Bitrugi, se inspiró en las dudas de su maestro sobre la verdad del sistema de Ptolomeo para proponer el primer sistema del mundo basado en la física y no en la geometría. Al-Bitrugi expuso su sistema en su Kitab fi al-hay'a, que podría traducirse como "Tratado de astronomía teórica".

En realidad, muchos de estos sabios florecieron no tanto en la época del Califato de Córdoba como en la posterior, cuando el Califato se desmembró en numerosos reinos de Taifas, en 1031. Otra vez apreciamos cómo el florecimiento cultural es posterior a la hegemonía política; incluso brilla cuando esta inicia su declive.

Así que, desde la perspectiva de la ciencia, hay que distinguir dos épocas admirables: la época Abasí, centrada en Bagdad, durante los siglos IX y X, y la época Omeya, centrada en Córdoba, durante los siglos XI y XII. Esta localización de lugar y tiempo es sólo aproximada y sólo pretende centrar ideas.

Si la cultura de los griegos se había caracterizado por su indiferencia con las cuestiones religiosas, para la cultura del islam la existencia de Dios era algo completamente indiscutible. Los árabes creían en Alá tan ciegamente que así lo aceptaron sus grandes físicos o, si lo dudaron, se guardaron de manifestarlo. Sin embargo, los pensadores árabes se posicionaron a lo largo de la línea religiosa que va desde el fanatismo ciego hasta la racionalidad de visión creadora.

En el extremo del fanatismo hay que mencionar, por el gran influjo que tuvo y que sigue teniendo en la actualidad en el mundo árabe, al persa Al-Ghazali o Algacel (1058-1111). Al-Ghazali despreciaba a los sabios griegos, y de forma especial a Aristóteles. Rechazaba la lógica y decía que no había que pensar en el porqué de los fenómenos naturales, porque la única respuesta era siempre la misma: por la voluntad divina. La ciencia, según Al-Ghazali, era peligrosa y había que evitarla. Dios establecía el curso de los acontecimientos en cada ocasión, por lo que no cabía que existieran leyes que limitaran su omnipotencia. Desarrolló sus ideas en el libro Incoherencia de los filósofos. En el otro extremo, el del razonamiento para llegar a la verdad, hay que situar a Averroes, quien refutó las ideas de Al-Ghazali con su libro Incoherencia de la incoherencia, aunque hay que notar que no fueron coetáneos.

En el siglo XIII comienzan los albores de la ciencia europea y bruscamente la ciencia del islam desaparece. Es difícil buscar razones para este repentino ocaso. Probablemente tuvo que ver el influjo de Al-Ghazali por inseminar una cultura fatalista, tan poco propicia a la física. También hay que tener en cuenta que en el siglo XII la ciencia árabe emanaba de Al-Ándalus, donde se produjeron dos invasiones de bereberes islamizados fanáticos, la de los almorávides en 1090 y la de los almohades en 1147, además de soportar la presión de los reinos cristianos. Pero esas causas son siempre discutibles, pues ¿cómo se explica que el decaimiento científico fuera acompañado de un colosal florecimiento artístico, como puede ejemplarizar la Alhambra de Granada?

Capítulo 3

La física de los clérigos

El testigo de la ciencia pasó del islam a la cristiandad. La entrega del testigo hay que situarla aproximadamente en el siglo XIII tras el impulso que dio Alfonso X el Sabio (1221-1284) a la Escuela de Traductores de Toledo, que ya había sido creada en el siglo anterior.

Hubo algunas semillas primitivas del brote cultural que se avecinaba. Consideremos, por ejemplo, la labor temprana de algunos monasterios, como el de Santa María de Ripoll (fundado en 880), donde se asentó el paso de la numeración decimal hindú a Europa, monasterio famoso también por sus astrolabios y su dedicación a la astronomía. Se llevaron ya allí numerosas traducciones en épocas medievales muy tempranas. Los monasterios medievales llevaron a cabo una admirable labor de la transmisión de la ciencia. Sus traducciones y sus copias se realizaron con una minuciosidad y un amor difíciles de imaginar. La terminación de un libro era un hecho que se celebraba en el monasterio como un gran acontecimiento.

La ciencia estaba en manos de los monjes y su sitio eran los monasterios, pero los frailes acabaron prefiriendo los conventos, es decir, prefirieron vivir en las ciudades mejor que en lugares apartados de difícil acceso. Entonces aparecen las órdenes religiosas, siendo las más importantes desde el punto de vista histórico y científico las de los agustinos, franciscanos y dominicos. Posteriormente vendrían los jesuitas. Es conveniente hablar de estas órdenes, aunque sea brevemente, porque crearon ciencia física, interactuaron con ella y la promovieron. Su incidencia en la ciencia fue un hecho histórico, en ocasiones para bien y en ocasiones para mal.

La primera de estas órdenes religiosas fue la de los franciscanos, creada por la asombrosa personalidad de san Francisco de Asís (1181-1226) en 1209, quién dotó a la orden de su regla definitiva en 1223. Dentro de ella, la llamada Tercera Orden admitía

franciscanos seglares a la cual pertenecieron personajes tan conocidos como Cervantes (1547-1616), santo Tomás Moro (1478-1535), Colón (1451-1506) o Gabriela Mistral (1889-1957). Físicos franciscanos fueron los ingleses de la llamada Escuela de Oxford de matemáticas, entre ellos Robert Grosseteste (1175-1253), quien además fue obispo de Lincoln, y Roger Bacon (1214-1294). Franciscanos fueron también Ramón Llull (1232-1315), Guillermo de Ockham (1280-1349) y el gran Bernardino de Sahagún (1499-1590), pionero de la antropología.

Posteriormente se creó la orden de los dominicos. Esta fue fundada por santo Domingo de Guzmán (1170-1221). Nació en Caleruega, un perdido pueblo de Burgos, por lo que resulta notable que un chaval brutote de aquella aldea se convirtiera en un personaje de tanta trascendencia en todo el mundo. Su intención al crear la orden en Toulouse en 1216 fue convertir a los herejes albigenses mediante la palabra, aunque no lo consiguió. Este fracaso de la palabra desencadenó entonces una persecución horrible dirigida por el papa, el rey de Francia y los nobles de las regiones del sureste de dicho país, hasta el exterminio de los albigenses. El enfrentamiento desarmado de santo Domingo tuvo que dar paso al acoso desalmado para erradicar a los herejes.

Los albigenses o cátaros tuvieron su mayor afianzamiento en el sudeste de Francia, en la región de Languedoc, siendo algunas de sus ciudades más destacadas Albi (de donde tomaron el nombre), Carcasona o Tolosa (francesa). Según esta supuesta herejía, la dualidad creadora se debía tanto a Dios como a Satanás. El mundo y la Iglesia católica habían sido obra del Diablo. Despreciaban el impuro mundo, eran ascetas estrictos y santificaban la castidad. Para defenderse de la Iglesia y la Inquisición edificaron castillos inexpugnables, hermosos testigos hoy de una cruenta persecución.

El lema de esta orden de los dominicos era “veritas”, bien elocuente para el tema que tratamos aquí. Inicialmente la orden tenía un claro componente cultural. Santo Domingo instituyó conventos en Bolonia y París y fundó la Escuela de Teología, Filosofía y Economía en el convento de San Esteban en la Universidad de Salamanca. Con ella nació la escuela de Salamanca, que rivalizó en ciencia con las de Oxford, París o Bolonia.

Pero el papa Gregorio IX encomendó a la orden en 1231, con santo Domingo ya muerto, la fundación de la Inquisición.

En general, la Inquisición actuó de forma muy cruel en sus persecuciones de la herejía y la brujería. Uno de los perseguidores más sanguinarios fue el dominico alsaciano Heinrich Kramer (1430-1505) en Alemania. Dominicos también fueron Tomás de Torquemada (1420-1498) en España y Girolamo Savonarola (1452-1498) en Italia, que murió condenado por los mismos dominicos tras denunciar encendidamente la corrupción de la Iglesia. Y dominico fue el fraile Bartolomé de las Casas (¿1474?-1566), de tan nefasta influencia en la persistencia de la llamada "leyenda negra" sufrida por España. Visto así, con estas figuras, la orden de los dominicos puede parecer considerada como un lastre para la ciencia.

Y para más escarnio, y más en relación con la física y la astronomía, fue la condena a la hoguera por la inquisición romana del fraile Giordano Bruno (1548-1600), uno de los más funestos atentados contra la ciencia de toda la historia de las religiones. Hay que decir, sin embargo, que el más feroz acusador de Bruno fue san Roberto Belarmino, que era jesuita y no dominico. Fue Bruno condenado no sólo por sus ideas religiosas sino también científicas. Una de las razones expresadas en su condena fue que creía que el universo era infinito, que las estrellas eran como soles lejanos, que podían tener planetas como el Sol y que podían estar habitados. En realidad, enunció el llamado principio cosmológico con toda claridad, defendiendo que no sólo la Tierra no era el centro del universo, sino que tampoco lo era el Sol. El universo que él concebía no tenía centro.

La saña de los dominicos en la Inquisición fue tal que se les denominaba "Domini canes", los "perros del Señor". Los enemigos de la orden lo decían como insulto, pero ellos lo recibían como halago.

Con estos antecedentes podemos extraer una idea errónea de los dominicos. Pasemos entonces al otro platillo de la balanza, hablemos de otros frailes de la orden destacando su contribución a la cultura, a la ciencia y a la física.

Dominico fue el bávaro san Alberto Magno (1200-1280), precisamente patrón de los científicos, obispo de Ratisbona (hoy Regensburg), fundador de la Universidad de Colonia, descubridor del arsénico. Dominico también fue el italiano santo Tomás de Aquino (1224-1274), que hoy, al ser tenido como el más ortodoxo de la filosofía cristiana, es menospreciado por todos aquellos que disienten de los pronunciamientos dogmáticos. Su figura, en efecto, se habría de ver enaltecida como el más indiscutible representante del dogma católico, hasta llegar a admitirse su palabra como infalible. Sin embargo, es fácil suponer que él mismo no fue dogmático, y sus detractores se pueden sorprender al saber que él mismo fue condenado por hereje. En efecto, antes de santo fue condenado por hereje, junto a las ideas de Aristóteles, siendo papa Juan XXI, por iniciativa del obispo de París. La condena fue levantada por Juan XXII y santo Tomás pasó de ser hereje a ser santo en menos de 50 años, de 1277 a 1323.

Y, ¿qué decía este santo para ser "dignificado" como hereje? Pues cosas tales como que "sobre cualquier cuestión, el hombre no debe quedar satisfecho con la certeza basada en la autoridad", o que "nada se conoce mejor porque se sepa teología". Más parecen frases de un librepensador que las de un docto regulador de la ortodoxia indiscutible.

Santo Tomás cristianizó a Aristóteles, del mismo modo que Averroes lo islamizó. El dogmatismo es una barrera para la ciencia, pero ellos mismos, Averroes y santo Tomás, no fueron dogmáticos. Ahora vemos que santo Tomás fue acusado de hereje y Averroes fue desterrado y aislado durante mucho tiempo en Lucena y Cabra, y sus obras prohibidas. Por otra parte, los sabios de los siglos XIV-XVI rechazaron a Aristóteles, pero todos habían leído sus obras, así como las de Averroes y santo Tomás. Al tener que salvar el muro del aristotelismo la ciencia europea se vigorizó.

Estos sabios, sin embargo, leían directamente a Aristóteles y era a Aristóteles a quien directamente se oponían. La influencia negativa de santo Tomás no debió ser tanta en lo que atañe a la física. Las ideas erróneas de Aristóteles sobre el movimiento ya fueron rebatidas brillantemente por Juan Buridán (1296-1358), canónigo de Arras, catedrático de La Sorbona e iniciador de la Escuela de

París, cuando santo Tomás era todavía considerado hereje. La ortodoxia atribuida por la Iglesia católica a santo Tomás incidió más en materias teológicas que científicas.

Las ideas aristotélicas sobre el movimiento y la inercia fueron rebatidas por Buridán, empleando el concepto de "ímpetus", que ya había sido introducido por el cristiano bizantino Filopón, también llamado Filópono (490-566), y utilizado por Al-Bitrugi. El concepto de "ímpetus" sería precursor del actual "cantidad de movimiento".

Santo Tomás era buen conocedor y difusor de la filosofía del cordobés Averroes, uno de los más críticos con el sistema de Ptolomeo (100-170), y defensor del sistema astronómico de Al-Bitrugi, el primero que quiso introducir física en la descripción del universo, como vimos en el capítulo anterior, de tal forma que contribuyó a desmitificar el sistema de Ptolomeo.

Dominicos fueron los que constituyeron la Escuela de Salamanca. Uno de ellos fue el insigne burgalés Francisco de Vitoria (1483 o 1486-1546), considerado como el padre del derecho internacional, gran defensor de los indios americanos y de los filipinos.

Pero mención muy especial merece el segoviano fray Domingo Soto (1494-1560), catedrático de Salamanca, descubridor de la ley de la caída de los graves, uno de los más distinguidos físicos españoles. Soto se había formado en La Sorbona, por lo que puede ser considerado heredero de la Escuela de París, aunque desarrolló toda su obra en la Universidad de Salamanca. Soto mostró que la velocidad de caída de un grave era del tipo uniformiter disformis, que equivalía a decir caída (o también subida) con aceleración constante. Se valió de las hoy llamadas coordenadas cartesianas, que habían sido introducidas por Oresme. Puso como "sujeto" (eje x) al tiempo y la velocidad en la "calidad" (eje y): "El movimiento uniformemente disforme con respecto al tiempo es aquel en el que la disformidad es así: si se divide el tiempo en porciones que se suceden, en cada porción, el movimiento del punto intermedio excede al movimiento extremo más débil de esta misma porcioncilla, en la misma cantidad que es excedida por el movimiento extremo más intenso". Destaco la palabra porcioncilla, en latín, portiunculae, lo que hoy llamaríamos dt, porque anuncia el cálculo diferencial. Introdujo la que llamó resistencia interna. "¿Por

qué no es absurdo decir que a mayor masa, mayor resistencia?", anunciando así el concepto de masa inercial.

La orden de los agustinos fue creada en Roma para reunir diversos conjuntos eremitas en 1244, adoptando la regla de san Agustín. Famosos agustinos fueron fray Luis de León (1528-1591) y el fraile vasco Andrés de Urdaneta (1508-1568), navegante y cosmógrafo que encontró la ruta del tornaviaje para el establecimiento del galeón de Manila, que unía esta ciudad con Acapulco, y que descubrió Hawái y Australia. Como físicos, destaquemos al dominico irlandés Sacrobosco (1195-1256), autor del libro Esfera, texto obligado de astronomía hasta bien entrado el siglo XVI. Agustinos fueron también Lutero, Diego de Zúñiga y Martín de Rada, de los que hablaremos al considerar la obra de Copérnico.

Estas tres órdenes, franciscanos, dominicos y agustinos, junto a la posterior Compañía de Jesús (Societas Iesu, S. I.), creada en 1534 por san Ignacio de Loyola, tuvieron una actuación encomiable en la fundación de universidades en América y Filipinas, incluyendo cátedras de quechua y náhuatl. Fundaron más de 20 universidades en América y dos en Filipinas, especialmente enfocadas en la formación indígena.

Pero además de estas órdenes de frailes y la Compañía de Jesús, otros sabios dedicados a la ciencia, especialmente en las universidades, también eran clérigos.

La llamada Escuela de París, cuna de la física actual, estaba también constituida en su mayor parte por religiosos. Juan Buridán (1296-1358), el más representativo de esta escuela por haber desarrollado la teoría del "ímpetus", fue canónigo de Arras y había hecho los votos aunque no pertenecía a ninguna orden. Decía Buridán que al principio de los tiempos Dios había dotado a los planetas del "ímpetus" que no podían perder; Alberto de Saxe (1316-1390), que mantuvo interesantes discusiones sobre la caída de los graves, era sacerdote; Nicolás Oresme (1348-1382), que defendía la teoría de Heráclides sobre el movimiento de rotación de la Tierra y que inventó las coordenadas llamadas cartesianas mucho antes que Descartes, fue obispo de Lisieux. Otro sabio de esta escuela, Pedro d'Ailly (1350-1425), fue cardenal.

Otros físicos anteriores a Copérnico fueron en su gran mayoría religiosos. Nicolás de Cusa (1401-1464), precursor del llamado principio cosmológico, fue obispo y cardenal. Así podríamos poner muchos nombres.

Pero no sólo los científicos, los reyes impulsores de la ciencia y la astronomía fueron todos creyentes. Así lo eran Alfonso X el Sabio (1221-1284), personaje increíble que no puede quedar fuera de cualquier tratado de historia de la ciencia por sucinta que sea. Otros monarcas siguieron con la defensa de la cultura, como Federico II Hohenstaufen (1194-1250), emperador del Sacro Imperio Romano Germánico, o Pedro IV el Ceremonioso (1319-1387), rey de Aragón.

La famosa frase que "dicen que dijo" Alfonso X de que "si el Señor todopoderoso me hubiera consultado sobre la Creación, le habría recomendado algo más simple", que pudiera encerrar un atisbo de ateísmo, no la dijo. En sus escritos se puede ver sin ningún tipo de duda que era un convencido creyente.

No hace falta decir que los sabios judíos eran asimismo acérrimos creyentes, como el célebre pietista Nahmánides (1194-1270), que bien sabía de astronomía, aunque pensaba que la astrología más interesante empezaba allí donde la astronomía acababa. O el más tardío Zacuto (1452-1515), buen sabio, ejemplo de judío errante (su familia vino a España expulsada de Francia. En España fue expulsado y se fue a Portugal, de donde fue expulsado para ir a Túnez, de donde fue expulsado para ir a Turquía, de donde finalmente fue expulsado para acabar en Damasco).

La persecución de los judíos en tantos reinos es un elocuente ejemplo de la acción represora de la cultura religiosa. A pesar de que España sufre, por esta causa, la reprobación de sus países vecinos, en realidad los judíos españoles expulsados fueron relativamente pocos, calculándose su número en unos 20.000 sefardíes. Ciertamente es un número horrible, pero en otros países esta cifra fue mucho mayor.

La conclusión es que, con la excepción admirable de los griegos, hasta la época de Copérnico, la sabiduría, y por ende la física, estuvo en manos de creyentes, ya fuera en las madrazas o madrasas, en los monasterios, en los conventos o en las universidades. Cre-

yentes fueron también los árabes, tanto los Abasíes como los andalusíes. A pesar de que los monasterios dieron paso a las universidades, cambiando los cenobios por las cátedras y los hábitos por las togas, los profesores universitarios fueron también religiosos. La creencia en Dios estaba tan arraigada que a nadie se le ocurría pensar que la física y el mundo no fueran obra suya. Y si algún "díscolo" lo pensaba, se lo calló. La fe en aquellos tiempos estaba "petrificada" y asumida como algo evidente, una cuestión que ni siquiera cabía plantear. No solamente esto era así, sino que la gran mayoría de los pensadores eran religiosos: canónigos, frailes, obispos, cardenales, etc.

Estos pensadores que hemos citado, y muchos otros que podríamos citar, jugaron un papel muy importante como preparación y germen de la ciencia del Renacimiento. Y este gran momento científico estuvo alentado por clérigos cristianos. Incluso podemos destacar a las órdenes religiosas de franciscanos, dominicos, y agustinos como las que propiciaron la que podríamos llamar prerrevolución científica.

Capítulo 4

Copérnico, canónigo

Con el polaco Nicolás Copérnico comienza una larga confrontación entre religión y ciencia, uno de los temas obligados de este breve libro. Nació 1473 en Thorn (Torun) un pequeño pueblo de Polonia, entonces parte de Prusia, pero pronto se fue a estudiar y a trabajar a Italia. Pasó esta etapa de formación en Roma, Ferrara y Padua. Sin duda, el clima científico que se estaba desarrollando en Italia debió conformar el espíritu del joven astrónomo, aunque lo cierto es que su título fue en Derecho Canónico. En esta su primera época no publicó nada ni se dio a conocer por ningún descubrimiento resaltable. En Italia adquirió cierta aversión al enfrentamiento con los teólogos y una resistencia a hacer públicos sus pensamientos astronómicos.

En 1506 tuvo que regresar definitivamente a Frauenburg (o Frombork, en polaco) para hacerse cargo como canónigo de la catedral, cargo que le había conseguido su tío Ermland, que pronto sería obispo. Como vemos, la tradición de la condición clerical de los científicos continuaba. No hay que pensar si era canónigo católico o protestante, pues hasta 1517 no comenzó la separación luterana. Cuando murió, en Frauenburg en 1543, todavía no había comenzado el Concilio de Trento (1545). Concibió su gran obra, según sus propias palabras, estando ya en Frauenburg, de donde no volvería a salir.

Allí ejercía el derecho, la medicina, y por supuesto atendía a su labor como canónigo. Además tenía que defender a su pueblo de los excesos de la Orden Teutónica, y se ocupó de la traída de agua a su pueblo, obra hidráulica no trivial. En los ratos libres se dedicaba a la astronomía. No sólo tenía poco tiempo para concebir su sistema planetario, sino que además era completamente reacio a su publicación. Al fin se decidió a publicar un breve resumen de su revolucionaria concepción en un pequeño librito, el Comentariolus (1530).

En 1539, aproximadamente, cayó el librito en manos del cardenal

arzobispo de Capua, Nicolás Schönberg, y del obispo de Chelmno. Ambos le animaron a que publicara su nueva teoría. He aquí la complejidad histórica de la confrontación entre ciencia y fe: un cardenal arzobispo y un obispo animaron a Copérnico a defender el heliocentrismo cuando muy poco después la Iglesia acabaría aborreciendo esta teoría como herética.

Joachim Rheticus (1514-1574), de la Universidad de Wittenberg, fascinado por la sencillez del modelo heliocéntrico, se trasladó a conocer a Copérnico y sus ideas a su mismo pueblo. Él se encargaría de la edición de la trascendental obra De revolutionibus orbium celestium. Pero se tuvo que ir y dejar el trabajo de edición para ocupar un nuevo buen puesto en la Universidad de Leipzig. La labor de la edición le fue entonces encargada al timorato Andreas Osiander. Este, sin el consentimiento ni el conocimiento de Copérnico, escribió un prólogo, en el que venía a decir que la idea del heliocentrismo era una estratagema numérica conveniente que simplificaba los cálculos de las posiciones de los astros, pero que en modo alguno aquello pretendía representar la realidad. Entre otras afirmaciones semejantes escribía Osiander en tal prólogo: “Pues no es necesario que esas hipótesis sean verdaderas, ni siquiera verosímiles, sino que es suficiente una sola cosa: que proporcionen un cálculo de acuerdo con las observaciones. […] de ninguna manera lo hace a fin de convencer a nadie de que sean reales. Sino tan solo para fundamentar un cálculo exacto”.

Con gran acierto diplomático, Copérnico dedicó el libro al papa, con no pocos requebrajos, lo que retrasó la incomprensión, el escándalo y la ira de los teólogos, precisamente lo que quería evitar el autor. A pesar de todo, y a pesar de la interpretación que usualmente se hace, la cobardía de Osiander y la prudencia de Copérnico fueron beneficiosas: los teólogos más contumaces no se escandalizaron y el libro se difundió sin problemas. Más tarde, sí se desataría una conocida formidable reacción, pero tal reacción fue menos eficaz por tardía. Ya todos se habían enterado.

Salió a la luz el libro en 1574 y llegó a las manos de Copérnico en su lecho de muerte. Dado su carácter modesto y bondadoso, ¡de buena se libró! Aunque, en realidad, el libro tampoco era tan revolucionario. El primer modelo cosmológico de los pitagóricos,

como dijimos, ya suponía que la Tierra se movía en torno a un fuego central no visible al mundo civilizado; el modelo de Aristarco argumentaba de forma clara en favor del heliocentrismo y es más que posible que Copérnico lo conociera. Y, por si fuera poco, ya mucho antes Heráclides había interpretado el movimiento diurno de las estrellas fijas como debido al movimiento de rotación de la Tierra y había supuesto que Mercurio y Venus giraban en torno al Sol.

Además, el modelo de Copérnico no era tan sencillo, pues necesitaba epiciclos y suponía un movimiento adicional innecesario de la Tierra. Algo después, Bruno habría de decir que ni la Tierra ni el Sol eran el centro del universo; que el universo no tenía centro. Según Bruno, Copérnico había dado un gran paso adelante, pero nada más que un paso. No había hecho más que iniciar el camino.

Es por lo menos curioso que, al hablar de revolución copernicana, nos refiramos al dilema heliocentrismo o geocentrismo, dilema correspondiente al movimiento de traslación de la Tierra, y pasemos por alto el movimiento de rotación de la Tierra. Nos olvidamos de Heráclides Póntico (390 a. C.-310 a. C.). En realidad es más difícil imaginar que todo el firmamento da vueltas en torno a la Tierra que admitir que es la Tierra la que da una vuelta cada 24 horas. Y también resulta curioso que reconozcamos como correcto el heliocentrismo cuando es incompatible con el principio cosmológico[2], admitido hoy casi unánimemente. Ni Aristarco, ni Ptolomeo, ni Aristóteles, ni Copérnico: ¡Bruno! Ni heliocentrismo ni geocentrismo: ¡acentrismo! Sin embargo, el "ardiente" filósofo místico Giordano Bruno fue condenado como hereje y ni siquiera los científicos de hoy le acogen como uno de los suyos. Todos lamentan su final pero nadie valora su principio.

Para analizar la repercusión de la revolución heliocentrista de Copérnico, hemos de tener en cuenta que la Europa cristiana se fragmentó en (al menos) dos partes: la Europa protestante y la Europa católica.

La Reforma protestante encabezada por el alemán Martín Lutero (1483-1546) rompió con la Iglesia de Roma, con el lema Sola Scriptura, sola fide, queriendo decir que la Biblia era la única fuente válida para interpretar el cristianismo y que con sólo la fe y la

gracia de Dios se obtenía la salvación. Posteriormente el protestantismo se escindió en muchas ramas, siendo el calvinismo y el anglicanismo dos de ellas. La Iglesia de Roma respondió con la Contrarreforma, destacándo en ella la Compañía de Jesús.

La Compañía de Jesús, fundada en 1534 y formada por sacerdotes y hermanos con propósitos misioneros, intelectuales y educativos, defendió desde el princpio a la Iglesia de Roma y al papa. Su labor fue encomiable en América, Japón, China… pero fue perseguida en tiempos de la Ilustración, como veremos; primero en Portugal (1759), luego en Francia, en España en tiempos de Carlos III (1767), después en Roma, Italia, Nicaragua, Colombia, Alemania… Es una compañía que ha hecho grandes aportaciones a la ciencia; el más distinguido de sus miembros en esta historia sobre físicos es el gran cosmólogo Georges Lemaître (1894-1966), del que hablaremos en su momento.

Una interesante curiosidad es que en el Colegio de La Marche y en el Colegio de Montaigu fueron condiscípulos el francés Juan Calvino (1509-1564), el más ilustre reformista, el español san Ignacio de Loyola (1491-1556), fundador de la Compañía de Jesús, notable contrarreformista, y el neerlandés Erasmo de Rotterdam (1466-1536), que decía que en lo único que se pondrían de acuerdo los reformistas y los contrarreformistas sería en quemarle a él.

Destacamos esta separación de los cristianos en protestantes y católicos porque jugó un papel importante en la cultura, la ciencia y la física. Como veremos, uno de los que más sufrió las consecuencias de esta guerra religiosa fue Johannes Kepler (1571-1630).

Paradojas de la historia: Lutero era agustino y defendía las ideas de san Agustín, santo tenido como tal por los católicos, incluso como doctor inspirado de su Iglesia.

La reacción inmediata de los protestantes a la revolución copernicana fue de total rechazo. Decía Lutero: “Así van las cosas ahora. Todo aquel que quiere ser inteligente ha de estar en desacuerdo con lo que opinen los demás. Ha de hacer algo por su cuenta. Es lo que hace este necio que quiere poner toda la astronomía patas arriba”. Y decía Calvino:

Veremos a algunos tan frenéticos, no sólo en la religión sino para mostrar en todo lugar que tienen una naturaleza monstruosa, que dirán que el Sol no se mueve y que es la Tierra la que se mueve y gira. Cuando vemos personas así, hay que decir que el diablo las ha poseído y que Dios nos las ofrece como espejos, para que mantengamos el temor hacia Él. Eso es lo que ocurre con todos los que debaten con cierta malicia, y a los que no vale la pena enfrentarse... hay algunos fanáticos que quisieran haber cambiado el orden de la naturaleza, incluso haber deslumbrado los ojos de los hombres y haber embrutecido todos sus sentidos.

Hubo deseos e intentos de prohibición reformista del copernicanismo, como el encarcelamiento del profesor de la Universidad de Wittenberg Caspar Peucer (1525-1602), yerno de Melanchton (1497-1560), otro activo protestante. No fueron los protestantes inicialmente muy receptivos a las nuevas corrientes científicas. Baste con recordar que Calvino mandó quemar vivo al aragonés Miguel Servet (1509 o 1511-1553), descubridor de la circulación de la sangre, además de tener otros intereses como astronomía, física, etc.

Cuando Isaac Newton (1643-1727) entró como estudiante en Cambridge, allí aún no se hablaba de Copérnico, ni siquiera se le conocía. Fue precisamente entonces cuando su nombre entró en las aulas de la universidad, en esa universidad que acabaría siendo testigo de las mayores proezas del saber humano.

Los católicos, al contrario, acogieron el nuevo paradigma con interés. Carlos I de España fue uno de los que primero se hizo con dos ejemplares del libro de Copérnico, uno para él y otro para su hijo Felipe, al que acabaría pudiéndosele llamar Felipe II el Sabio.

Sabido es que en la Universidad de Salamanca los estudiantes podían recibir sus enseñanzas bien por el sistema de Ptolomeo bien por el de Copérnico, “al voto de los oyentes”, según el plan de estudios de 1561, establecido por Juan Aguilera (1500-1560), el catedrático de Matemáticas y Astrología. A su muerte siguió con

dicho plan abierto al copernicanismo su hermano Hernando.

El agustino fray Martín de Rada (1533-1578) fue un misionero que contribuyó a la evangelización de las Filipinas (y a punto estuvo de hacerlo en China). Estas islas estaban reclamadas por Portugal por considerar que estaban al oeste del contrameridiano, es decir, del meridiano opuesto al convenido en el famoso Tratado de Tordesillas (1494), con el que España y Portugal se habían repartido el mundo. Para dirimir esta disputa, fray Martín sacó el libro de Copérnico, con el que mostró que las Filipinas eran españolas. Lo que llama la atención no es sólo que los portugueses acataran la decisión basada en la autoridad de Copérnico, sino que también nos preguntamos qué hacía en aquellas lejanas islas un fraile que, dentro de su exiguo equipaje de evangelizador, llevaba el libro de Copérnico.

En la época del Imperio español de Felipe II, el grado de apertura a las ideas de Copérnico fue amplio, y se discutía con una libertad que no disfrutaron otros reinos. Por no llenar este apartado con numerosas citas recordemos al misionero sacerdote jesuita José de Acosta (1540-1600), antropólogo y naturalista, traído a estas páginas como un ejemplo, entre otros muchos, que defendía que no había que seguir la Biblia en sentido literal: “En las Sagradas Escrituras no hemos de seguir la letra que mata sino el espíritu que da vida”. Otro de tal opinión fue el insigne médico burgalés Francisco Vallés, alias “el Divino”. En general, la primera reacción católica, en particular la del Imperio español, fue abierta y libre.

Podríamos citar también al sevillano Nicolás Monardes (1508-1588), gran botánico, alguna de cuyas obras tuvo 42 ediciones en seis idiomas, que si merece entrar en un libro dedicado a los físicos es porque describió por vez primera la fluorescencia en su Historia Medicinal. Y podríamos mencionar la Universidad de Alcalá de Henares, el gran centro del erasmismo español.

Como vemos, la discusión seguía siendo cuestión de clérigos. Clérigo era Juan Aguilera, agustino era Lutero y agustino era Martín de Rada. Otro personaje español que defendió el heliocentrismo, en su libro In Job commentaria, fue el salmantino Diego de Zúñiga (1536-1600), también agustino, catedrático de la Universidad de Osuna. No sólo apoyaba que las nuevas ideas copernicanas se ajustaban mejor a las Sagradas Escrituras, sino que además las

defendía en un libro muy técnico, donde demostraba su dominio de la astronomía. En realidad, al final de su vida se retractó y rechazó el heliocentrismo, no sabemos si por convicción o por miedo. Lo cierto es que en España se conocía y se discutía abiertamente a favor del geocentrismo y el heliocentrismo sin cortapisas inquisitoriales; eso sí, casi siempre entre clérigos.

Pero, lamentablemente, la Iglesia católica cambió de opinión. En 1616 expurgó (hasta su corrección) tanto el libro de Copérnico como el de Zúñiga:

[...] También ha llegado a conocimiento de esta Congregación que la doctrina pitagórica —que es falsa y por completo opuesta a la Sagrada Escritura— del movimiento de la Tierra y la inmovilidad del Sol, que también es enseñada por Nicolás Copérnico en 'De Revolutionibus orbium coelestium', y por Diego de Zúñiga en 'In Job commentaria', está difundiéndose ahora en el extranjero y siendo aceptada por muchos [...]. Por lo tanto, para que esta opinión no pueda insinuarse en mayor profundidad en perjuicio de la verdad Católica, la Sagrada Congregación ha decretado que la obra del susodicho Nicolás Copérnico, 'De Revolutionibus orbium', y de Diego de Zúñiga, 'Sobre Job', sean suspendidas hasta que sean corregidas.

Ellos dos no las pudieron corregir; ya estaban muertos. Las obras de Copérnico y de Zúñiga añadieron un par de líneas al Índice de Libros Prohibidos, donde permanecieron hasta mediados del siglo XIX. La intransigencia católica enseñaba las uñas que afilaría después para acabar hoy comprendiendo la inutilidad de sus zarpazos.

Uno de los que más abiertamente defendieron el sistema de Copérnico y que lo mejoró sustancialmente fue Johannes Kepler, al que dedicaremos el siguiente capítulo.

Capítulo 5

Kepler, místico

Los científicos actuales presumimos de ajustarnos al llamado método científico, método de investigación que jactanciosamente parece otorgarnos el don de la infalibilidad. Un astrónomo que no siguió esas "privilegiadas" pautas fue el alemán Johannes Kepler (1571-1630), quien, sin embargo, fue uno de los científicos más destacados de la historia.

He aquí el método de trabajo de Kepler resumidísimo: Dios creó el mundo y lo dotó de sus leyes. Como también hizo al hombre "a su imagen y semejanza", el hombre era capaz de descubrir estas leyes. Esto no lo podía hacer cualquier hombre, sino sólo aquellos a los que Dios hubiera dotado de mayor capacidad para las matemáticas, como por ejemplo, él mismo. Lo decía sin vanagloria alguna; era verdad. Kepler fue uno de los mejores matemáticos de todos los tiempos. Él tenía la capacidad de captar las leyes del mundo y, posteriormente, tenía la responsabilidad de comunicarlas a todos los demás hombres. Tenía el compromiso de propagar el conocimiento sobre cómo Dios había creado el mundo. No solamente él, sino todos los poseedores de habilidad matemática, entre los que incluía a Galileo.

Las leyes del mundo, las matemáticas y la música, existían antes de que el hombre fuera creado. El hombre no las había inventado, sino que las había encontrado con su propio esfuerzo o, en el caso de la música, simplemente con la virtud innata de captarla; podríamos decir que bailando. El número pi, el teorema de Pitágoras, o la consonancia de dos notas musicales simultáneas como fuente de placer ya existían y habían sido creados por Dios antes que al hombre.

De igual forma, las leyes del mundo ya estaban "ahí". Los cuadrados de los periodos de los planetas eran proporcionales a los cubos de sus distancias al Sol antes de que nadie lo hubiera descubierto. Las leyes hoy llamadas "de Kepler" le llenaron de satisfacción al encontrar en ellas una belleza matemática digna de Dios. Y para

descubrir la verdad y la belleza de la creación divina tenía que ser escrupulosamente preciso. Y así fue, contando con los magníficos datos de Tycho Brahe consiguió una descripción perfecta, no permitiéndose a sí mismo errores superiores a un minuto de arco.

También erró en alguno de sus asertos, claro está. Quedó extasiado con su cáliz del mundo. Este cáliz se tenía que fabricar con un serie de poliedros regulares inscritos y circunscritos entre las esferas de las órbitas de los planetas. No llegó a materializarse porque su fabricación era muy difícil para los artesanos. Con este cáliz, "dedujo" que sólo podía haber seis planetas porque sólo había cinco poliedros regulares convexos, como había demostrado Euclides. Hay que insistir en la palabra "convexos", pues hay además cuatro poliedros regulares estrellados, de los que el mismo Kepler encontró dos. Además, creía en la astrología (pero no en los astrólogos).

Aunque tuvo otros errores, graves y muchos, que hoy incluso nos pueden hacer sonreír, fue un hombre íntegro, amable, cumplidor, ingenioso, entregado en cuerpo y alma a su trabajo, matemático, con un poder de concentración inaudito, pacífico, artista y valiente. Y es de resaltar que, con una novela de divulgación (Somnium), publicada a título póstumo, convenció a los hombres, con arte, imaginación y bonhomía, de la verdad del heliocentrismo mucho mejor que las múltiples diatribas de su tiempo encasquilladas en convicciones inamovibles.

Kepler no era clérigo, incluso estuvo casado dos veces. Hasta entonces, salvo muy raras excepciones la física había estado en manos de clérigos, como hemos visto, en sus diversas modalidades y jerarquías. Con Kepler empieza una época en la que los seglares empiezan a ocupar cargos como catedráticos o como matemáticos territoriales o imperiales. Pero, aunque Kepler no era clérigo, estuvo a punto de serlo. Estaba terminando el grado de Teología en la Universidad de Tubinga, con intención posterior de hacer los votos, cuando fue llamado por la Universidad de Graz, donde necesitaban un matemático. De allí le acabarían echando por ser protestante, y en Tubinga no le admitieron por no serlo. Así empezó su trayectoria recorriendo diversas ciudades fronterizas, defendiendo siempre su personal relación con su Dios.

Kepler no sólo fue creyente, no sólo fue piadoso, fue un auténtico

místico. Puede decirse que la fe ciega de un hombre religioso llevó a encontrar unas leyes del sistema planetario que hoy nos siguen llamando la atención por su exactitud y elegancia, que precisan sólo unas ligerísimas correcciones relativistas. Encontró las leyes del movimiento del sistema planetario que, entonces, era concebido como todo el universo. En este caso el espíritu religioso sí engendró ciencia.

¿A qué credo habría que anotar las meritorias obras de Kepler? ¿A los protestantes o a los católicos? A ninguno de los dos. Nació en una ciudad protestante y, a lo largo de su vida enseñó y pensó en ciudades fronterizas que eran devastadas por unos y por otros, cambiando de signo religioso con frecuencia: Weil der Stadt, Tubinga, Graz, Praga, Linz, Zagan y Ulm fueron las ciudades en las que vivió. ¿Cuál era su propia convicción religiosa? La suya; era libre y era tenido y temido como hereje por unos y por otros. Sin embargo, con su actitud sincera y dialogante no tuvo fanáticos enemigos ni en un bando ni en otro. Más bien ambos pretendieron acogerle para su propia causa. Los jesuitas procuraron su conversión a la contrarreforma. De muchas ciudades fue expulsado por cuestiones de fe, aunque en ningún caso se hizo con saña y sin respeto a su forma de ser. Kepler fue querido por unos y por otros.

No se puede hablar de Kepler sin hablar de su “colaborador”, el danés Tycho Brahe (1546-1601). Este fue también clérigo, pues era canónigo de la catedral de Roskilde, pero esta dignidad no fue para él más que una sinecura para dedicarse a la astronomía, en su imponente observatorio de Uraniborg, en una isla para él solo, junto a los ayudantes y siervos que atendían sus despóticas órdenes. Allí consiguió las medidas más precisas de la época pretelescópica. Y de allí le expulsaron por su despilfarro y su despotismo con sus sirvientes; es decir, no fue expulsado por sus ideas religiosas ni por el hecho de tener ocho hijos sin haber contraído matrimonio.

De allí fue a Praga, donde el emperador Rodolfo II quería emular a su tío Felipe II de España en su protección y estímulo de la ciencia. Allí coincidió con Kepler. Tycho y Kepler: el primero tenía los mejores datos; el segundo, las mejores ideas; de alta alcurnia el primero, de baja estofa el segundo. Acabaron congeniando, incluso admirándose, a pesar de una tormentosa relación inicial. No hubo

ninguna diferencia religiosa, ni en el desencuentro inicial ni en la reconciliación final, a pesar de que el emperador era católico, Tycho protestante y Kepler seguía su propio camino.

El profesor de Kepler, Michael Mästlin (1550-1631) fue un copernicano temeroso y escondido. Kepler fue, al contrario, copernicano decidido y confiado, declarándolo abiertamente, pero no sufrió ni represión ni amenazas por ello. La guerra entre la Tierra y el Sol estaba por llegar. La guerra fue violenta y todavía no parece haber llegado a su fin. Y esa guerra le tocó a Galileo.

Capítulo 6

El caso Galileo

El caso de Galileo Galilei (1564-1642) representa el conflicto entre ciencia y fe más escandaloso de la historia, centrándose en la disyuntiva heliocentrismo frente a geocentrismo. Pero no vamos a extendernos mucho en ello, pues tan apasionado enfrentamiento entre lo que decían los astros y lo que decía la Biblia ha sido muy discutido durante siglos. Todas las personas tienen una visión tópica de lo que pasó, aunque la historia tiene que introducir ligeras matizaciones.

Podríamos adivinar la visión popular del litigio de la siguiente manera: “Galileo inventó el telescopio, gracias al cual dedujo que la Tierra se movía y el Sol se quedaba quieto. Considerada como herética tal teoría, la Iglesia lo castigó y le obligó a renunciar a sus ideas. Abjuró de ellas aunque, al salir de la sala, en voz baja susurró: Y sin embargo se mueve. El resultado fue que Galileo fue encarcelado de por vida”. Pero aunque este resumen no está desprovisto de buena parte de razón, como todo resumen, no está desprovisto de buena parte de sinrazón.

En primer lugar, Galileo no había inventado el telescopio, probablemente fue el francés afincado en Gerona Juan Roget (ca. 1550-1617) quien lo hizo. Pero Galileo lo presentó ante la Signoria de Venecia como invención propia y como artilugio más utilizable en la guerra que en la astronomía. Cierto es que con el telescopio hizo tan maravillosos descubrimientos que la astronomía avanzó con un salto inimaginable. Venecia le duplicó el sueldo de forma vitalicia, aunque debió arrepentirse de hacerlo al ver que el telescopio ya estaba inventado, y que incluso se vendía en algunas calles italianas.

En segundo lugar, la teoría no era suya, sino de Copérnico (con los consabidos antecedentes de Aristarco y Heráclides) y ya había sido asumida por Kepler, los hermanos Aguilera en Salamanca, Diego de Zúñiga, Peter Paolo Foscarini (1580-1616) y otros. Pero él basaba su aserto en tres observaciones nuevas: las fases de Venus, los

satélites de Júpiter y las mareas. Para que Venus tuviera fases bastaba con que Venus girara alrededor del Sol, como habían defendido Heráclides y Tycho Brahe. La Tierra podía seguir siendo el centro del universo y Venus tener fases. Igualmente, el que Júpiter tuviera satélites no implicaba que la Tierra no estuviera en el centro del Universo. Sin embargo, la prueba más contundente, según él, era la existencia de mareas. Según su errónea teoría, las mareas se debían al movimiento de la Tierra de la misma forma que el agua se mueve en una palangana en movimiento (según él mismo divulgaba). Conforme a esta idea, la Luna no tenía nada que ver con las mareas.

A Galileo lo condenó un inquisidor muerto, el sacerdote jesuita, cardenal, arzobispo e inquisidor san Roberto Belarmino (1542-1621), el llamado "martillo de herejes", el mismo que condenó a la hoguera a Bruno. ¿Cómo es esto? En 1616 la Inquisición romana declaró herética la teoría de Copérnico, prohibiendo los libros de Copérnico, de Zúñiga y de Foscarini. Los dos primeros, hasta su corrección. El de Foscarini fue prohibido completamente. Con este motivo, el cardenal Belarmino amenazó a Galileo con la prisión si persistía en el geocentrismo. Pero Belarmino murió en 1621 y, aunque la condena de Galileo se produjo mucho tiempo después, en 1633, el dictamen pretérito del cardenal Belarmino decidió la sentencia. Galileo fue condenado ¡por un inquisidor muerto hacía 12 años!

La condena no fue tan terrible y, a buen seguro, Galileo salió contento de la iglesia de Minerva de Roma, donde se celebró el infausto juicio, pues podría haber tenido un fallo mucho peor. Incluso podía haber sido quemado vivo, como se le condenó a Bruno exactamente allí, hacía sólo 33 años. Así que, con toda probabilidad no susurró nada, y si algo pudiera haber susurrado, hubiera sido "menos mal".

Menos mal, porque solamente se le condenó a quedar confinado, primero en Roma, luego en Siena y muy pronto en su propia casa en Arcetri. Ciertamente, la Inquisición romana fue humillante pero benevolente.

El proceso a Galileo fue muy largo, desde 1611 a 1633. Si hubiera defendido el heliocentrismo desde Padua, perteneciente a Venecia,

donde había mucha más libertad de expresión que en Roma, hasta pudiera haber pasado inadvertido, pero él sabía que era en Roma donde había que vencer, frente al papa, frente a los dominicos y frente a los jesuitas. Quizá se confió excesivamente publicando su defensa del heliocentrismo con su libro Diálogos en 1632, cuando ya había muerto Belarmino y su admirador, Maffeo Barberini, había sido elegido nuevo papa con el nombre de Urbano VIII (en 1623).

Galileo y Kepler son los primeros casos de grandes físicos europeos que no fueron clérigos. Kepler fue un creyente convencido y su fe y su ciencia eran inseparables. ¿Y Galileo? A lo largo de su vida sí afirmó su creencia en Dios pero, en este caso, no podremos saber nunca si fue sincero. La Inquisición romana había quemado a Bruno y a él le estaban vigilando y le habían amenazado. Y no era prudente discutir con los obispos presentándose como un ateo. Sabía que su enemigo era una Iglesia católica casi al completo y él no tenía intención de morir como un héroe, como Bruno. Es cierto que hizo una peregrinación a Loreto sin que ningún inquisidor se lo sugiriera, pero esto fue en 1618, cuando la condena del heliocentrismo estaba muy reciente (1616).

Decía Galileo a la gran duquesa Cristina de Toscana: "[…] tampoco Dios está menos excelentemente revelado en las acciones de la naturaleza que en los sagrados testamentos de la Biblia", defendiéndose así de los teólogos, reconociendo su superioridad en la interpretación en el libro de la Biblia, pero su inferioridad en el libro de la naturaleza, en el que él era la máxima autoridad de su tiempo.

Fue Galileo uno de los más grandes científicos de la humanidad, pero quizá sus más admirables descubrimientos se publicaron después de la condena. Sus hallazgos en la ciencia de la mecánica fueron admirables y definitivos. Su forma de concebir la investigación combinando el experimento y la matemática fue su gran lección. Precisamente, una de las aportaciones de Galileo de mayor trascendencia en la investigación científica actual fue la incorporación del experimento como método imprescindible para reconocer la hipótesis correcta. En esto tiene pocos antecedentes, Alhacén y pocos más. Enunció el principio de relatividad, aunque fuera restringido a experimentos en mecánica y para sistemas

inerciales. Para más perplejidad histórica, Galileo realizó su gran obra científica encerrado en su casa, viejo y ciego.

No está demostrado que Galileo dejara caer objetos desde la torre de Pisa, como cuenta la famosa anécdota. Fue el astrónomo jesuita Giovanni Battista Riccioli (1598-1671) quien primero calculó la aceleración de la gravedad de forma notablemente exacta, encontrando 30 pies romanos por segundo en cada segundo, lanzando objetos desde la torre Asinelli, de 97,4 m, en Bolonia. Las escaleras para subir a esta torre no parecen haber cambiado desde entonces.

Capítulo 7

Descartes y el método

René Descartes (1596-1650) nació en la Turena francesa y su educación fue claramente jesuítica, en el colegio que la Compañía de Jesús tenía en La Flèche. Allí fue compañero de Marin Mersenne (1588-1648), quien luego fue teólogo franciscano, y ambos mantuvieron una relación estrecha de por vida.

En torno a este teólogo se formó el llamado "Círculo de Mersenne", donde se promovieron las discusiones más importantes de la época. En 1635, Mersenne fundó la Academia de París, donde existía una gran libertad para discutir sobre los problemas filosóficos. Esta relación de Descartes con Mersenne nos muestra que el filósofo de la duda estuvo rodeado por jesuitas y franciscanos que debieron motivar su dedicación a la filosofía. Estudió Descartes después en la Universidad de Poitiers.

Desde muy joven tuvo Descartes gran afición a las matemáticas, lo cual es resaltable porque las matemáticas eran uno de los elementos en que quería basar su filosofía. En su juventud recorrió numerosos países que, en buena parte, conoció como militar: Holanda, Alemania, Polonia, Hungría, Austria… En 1622 volvió a París, frecuentando el "Círculo del padre Mersenne". Vivió y pensó mayoritariamente en Holanda, donde le parecía que había mayor libertad de pensamiento y, al final, se trasladó a Suecia invitado por la reina Cristina. Allí murió al año siguiente, probablemente de una neumonía.

Descartes no perteneció a ninguna orden religiosa pero, bien por su formación jesuítica, bien por su afinidad con los teólogos, bien por su método autodidacta, siempre fue un creyente en Dios. Dios fue la piedra angular de su filosofía.

Descartes no fue un buen físico, a pesar de presuponer que había encontrado el procedimiento para abordar los problemas mediante su método científico y buscar la base matemática en todas sus reflexiones, creyéndose libre de errar. De hecho, puede decirse que

ninguna idea física de las muchas que aportó era correcta.

Como parte de sus teorías entre filosóficas y físicas, Descartes tenía su propia visión cosmológica. El universo era en su inicio completamente caótico y se había ordenado debido a las leyes con las que Dios lo había creado. Pero Dios había intervenido en la creación solamente al comienzo y luego había dejado que evolucionara por sí mismo, según estas leyes, y sin que su mano tuviera que intervenir directamente nunca más. Es más, Dios no había sido dueño de elegir otras leyes porque sólo las que había creado eran posibles, y ni Él mismo podía manipularlas.

En cambio, Descartes sí fue un buen matemático, siendo uno de los creadores de la geometría analítica, lo cual es ciertamente un gran mérito. Aunque no conviene olvidar que fue contemporáneo de grandísimos matemáticos como Kepler, Galileo, Fermat, Huygens, Pascal, Leibniz o, muy especialmente, Newton. Leibniz, Pascal y Newton pusieron objeciones a las ideas de Descartes. Pierre Duhem (1861-1916) pensaba que las cordenadas cartesianas eran creación de Oresme y que, mientras que la geometría de Descartes tenía dos dimensiones, la de Pierre Fermat (1601-1665) tenía tres. Sin embargo, la geometría analítica de Descartes ha sido uno de los más fecundos capítulos en el campo de la matemática, que ha motivado en gran medida el progreso de la física.

La filosofía de Descartes es, como dijimos, muy estimada por los especialistas. Se dice que con él empieza la filosofía actual, aunque en esto se puede ver un menosprecio tanto a la filosofía antigua como a la actual. De hecho, muchos de los grandes físicos (y por ende, filósofos) del siglo XX, como Planck, Einstein, Heisenberg, Schrödinger, Bohr, etc., han obligado a replanteamientos epistemológicos profundos que poca relación tienen con los trazados por Descartes.

No se puede resumir la filosofía de Descartes en muy pocas palabras. Descartes dudaba, pensaba, y existía. Y como él mismo se consideraba imperfecto, tenía que existir alguien perfecto, y ese ser perfecto era Dios. Por extraño que parezca, llegó a concebir la realidad del universo tras su “demostración” de la existencia de Dios. Él observaba el mundo y como Dios era bueno, no podía engañarle, no podía permitir que sus sentidos le engañaran, por

tanto, el mundo también existía. Existía él, existía Dios, existía el mundo, por este orden.

Su filosofía pretendía partir de cero. Partía de lo único de lo que estaba seguro, que es que él, como pensaba, existía: cogito ergo sum. Este principio, este partir de cero, es admirable. Sin embargo, no era completamente original, pues filósofos como el accitano Abentofail (1105-1118), que ya mencionábamos entre los árabes, el vallisoletano M. Gómez Pereira (1500-1588), o el tudense Francisco Sánchez (1551-1623) se habían propuesto algo parecido. Incluso Descartes fue acusado de plagio por el jesuita Pierre Huet (1630-1721). Lo cierto es que fue Descartes quien más profusamente defendió este principio, a partir del cual, mediante la matemática, pretendió establecer los fundamentos de la filosofía y de la física. Pero su temprana deducción de la existencia de Dios a partir de este principio no sería hoy compartida por muchos filósofos ateos, ni incluso por muchos filósofos creyentes.

Él podía imaginar un universo sin astros, sin la Tierra, sin gente, sin su propio cuerpo, pero no podía imaginarse a él mismo sin pensar. Luego de lo único que no podía dudar era de la existencia de algo en él que pensaba. Esa era su alma. Y como todo lo que veía podía dejar de existir, no siendo visible su alma, esta era inmortal.

Los animales, como obra de Dios, eran perfectos, pero no pensaban. Los hombres eran máquinas sintientes y pensantes. Hablando del alma decía Descartes: “Después del error de los que niegan a Dios, error que pienso haber refutado suficientemente en lo que precede […] que nuestra alma es de naturaleza enteramente independiente del cuerpo y, por consiguiente, que no está atenida a morir con él; y puesto que no vemos otras causas que la destruyan, nos inclinamos naturalmente a juzgar que es inmortal”. La creencia en que existe el alma de los humanos como algo diferente del cuerpo se llama “dualismo”. Para Descartes, el cuerpo y el alma tenían su conexión en ¡la glándula pineal!

El dualismo y el “vitalismo”, o “fuerza vital” infundida por el alma en el hombre como una fuerza no material, son temas que se repiten incesantemente desde tiempos inmemoriales hasta nuestros días. A esta idea se oponen el “materialismo”, que supone que todo es materia, todo átomos, e incluso el “idealismo”, que viene a decir

que lo que no existe es la materia.

Las matemáticas pertenecían a lo que él llamaba “verdades eternas”, porque habían sido establecidas por Dios, aunque en esto ya se había basado la investigación de Kepler. Decía Descartes: “Siempre he permanecido firme en la resolución que tomé de no suponer ningún otro principio que el que me ha servido para demostrar la existencia de Dios y del alma, y de no admitir cosa alguna por verdadera que no me pareciese más clara y más cierta que las demostraciones de los geómetras”.

De las verdades matemáticas se deducían las verdades físicas, según su método, aunque fue aquí donde tal método le llevó a los mayores errores. ¿Se puede confiar en un método que le llevó a pensar que Dios hizo a sus criaturas en cinco o seis mil años, o en que unos torbellinos etéreos movían a los planetas, o a tantas otras conclusiones extravagantes? Los eslabones de esta cadena de razones fueron nuevos pero frágiles. Su método, fundado en la duda, fue un método dudoso. La pretensión de deducirlo todo mediante el método deductivo basándose en su propia existencia y en la de Dios le llevó a subestimar el valor del experimento como esencial en la investigación, a pesar de que ya Galileo había demostrado su necesidad.

Por otro lado, el estilo literario de Descartes es un modelo de claridad y de humildad, y su lectura es realmente placentera. Él decía: “Los filósofos son tan sutiles como para conseguir encontrar dificultades también en las cosas extremadamente claras”. En efecto, como aplicación de tal idea, hoy los estudios sobre Descartes son, a veces, mucho más oscuros que sus propios escritos.

Se aprecia en su estilo a veces su osadía. Pensaba que “sus razonamientos descansaban solo en el Principio de la Perfección de Dios”, por lo que no cabía error posible. Y otras veces nos podría sorprender con frases de notable humildad: “[…] habiendo visto luego, en mis viajes, que no todos los que piensan de modo contrario al nuestro son por ello bárbaros y salvajes, sino que muchos hacen tanto o más uso que nosotros de la razón…”. La lectura de Descartes es muy recomendable, es amable, lúcida, hace pensar, no tiene rigidez, casi me atrevería a decir que es poco cartesiana (en el sentido que hoy se da a esta palabra).

Nos hemos detenido quizá demasiado en Descartes, por ser tenido como físico y como físico completamente convencido de la existencia de Dios. Es más, sólo no dudaba de dos cosas: que él pensaba y que Dios existía. Y por haber propuesto un "método científico" que nos hace a los científicos "infalibles", dicho sea con inocente retintín.

El padre Mersenne, franciscano, debe tener su lugar en la historia de la física, no sólo por haber contado con Descartes entre los miembros de su círculo, sino porque también a él pertenecieron Pascal y Huygens. Aunque es difícil conocer las ideas religiosas de Christian Huygens (1629-1695), uno de los más grandes físicos de la historia, se sabe que empezó siguiendo la filosofía de Descartes para ir paulatinamente apartándose de ella y luego incluso poniéndole serias objeciones.

Huygens contó con la ayuda en la fabricación de telescopios con Baruch Spinoza (1632-1677), el que luego habría de ser el gran filósofo. La familia de Spinoza era natural de Espinosa de los Monteros, Burgos, de donde viene su apellido. Por su condición de judía, la familia Spinoza tuvo también que emigrar primero a Portugal y posteriormente a Ámsterdam, donde nació el celebrado pensador. Spinoza sufrió allí el acoso de los judíos askenazíes, puesto que su ascendencia era sefardí. Spinoza hablaba castellano y portugués perfectamente, las lenguas de los lugares donde vivió su errante familia. Su religión era de corte panteísta. Se discute esto aquí porque, como veremos, Einstein decía que su religión era la de Spinoza.

Capítulo 8

Leibniz, filósofo

Gottfried Leibniz (1646-1716) fue uno de los mayores genios de la historia. ¿A qué se dedicaba? Al leer su biografía uno se sorprende de que su actividad principal fuera la de cortesano asesor, diplomático y consejero de grandes príncipes. Uno se sorprende de que dedicara tanto tiempo a estudiar y escribir la cronología de la casa de Brunswick, obra que contenía tres gruesos tomos y quedó inacabada. Pues bien, este hombre feo tenía no sólo una cultura enorme sino que contribuyó a muchos campos del saber. Leibniz lo sabía todo. Su obra como matemático fue tan decisiva que bien se le puede considerar un buen físico. Su principal "demostración" de la existencia de Dios tenía su asiento en su principio de la "razón suficiente", según la cual todo tiene una razón aunque los humanos no hayamos sido capaces de conocerla en todos los casos. Escribía Leibniz:

Ahora debemos remontarnos a la metafísica, sirviéndonos del gran principio por lo común poco empleado, que afirma que nada se hace sin razón suficiente, es decir que nada sucede sin que le fuese imposible a quien conociera suficientemente las cosas, dar una razón que sea suficiente para determinar por qué es esto así y no de otra manera. Enunciado el principio, la primera cuestión que se tiene derecho a plantear será: por qué hay algo más bien que nada. Pues la nada es más simple y más fácil que algo. Además, supuesto que deban existir cosas, es preciso que se pueda dar razón de por qué deben existir de ese modo y no de otro.

He puesto en cursiva una frase, "¿Por qué hay algo en lugar de nada?", porque es la pregunta más sencilla y más profunda que puede formularse tanto en la física como en la teología.

Leibniz escribía también que si todo efecto tenía su causa, que era a

su vez efecto de otra causa anterior y así sucesivamente, “debe haber una razón suficiente que no necesite ya ninguna razón, fuera de esta serie de cosas contingentes […] Y esta razón final se llama Dios”. Esta conclusión fue un hito en la historia de la ciencia. La primera causa de toda una cadena de causas es Dios. Su premisa de la razón suficiente tiene que sortear los importantes escollos levantados por la mecánica cuántica sobre la causalidad. Pero incluso antes, no había bastado para convencer a todos los ateos “que en el mundo han sido”.

En su formación religiosa influyó mucho su profesor en Leipzig, Jakob Thomasius (1622-1648), que había leído de cabo a rabo al filósofo granadino Francisco Suárez (1548-1617), el llamado “Doctor Eximius”. Influiría mucho su maestro, así como Spinoza, con quien coincidió en La Haya.

Era Leibniz luterano. Murió prácticamente olvidado, en buena parte debido a las obsesivas insidias de Newton (“he conseguido destrozar el corazón de Leibniz”) y las de Voltaire, quien decía que no había nada útil en lo que tenía Leibniz de original y que todo lo original era “absurdo y risible”.

La teología de Leibniz podría resumirse así: Dios es un gran matemático. El mundo en el que vivimos es el mejor de los mundos posibles. Este era su “optimismo” (en el sentido de lo óptimo; no como lo contrario a pesimismo). Dios había conseguido “minimizar la suma del mal necesario”. En este sentido era el universo “óptimo”. Aquí los físicos y matemáticos recordamos el cálculo de variaciones, desarrollado después por Euler y Lagrange, el principio de mínima acción, etc., técnicas tan habituales y fructíferas en la física. También Voltaire ridiculizó en su Cándido el optimismo de Leibniz.

Capítulo 9

Pascal, ermitaño

Quizá el caso más extraño de la forma de entender la religión de un gran físico sea el de Blaise Pascal (1623-1662). El concepto de presión en un fluido, a pesar de que estemos muy familiarizados con él y sea un término de uso diario, es un concepto bastante abstracto, que comprendemos gracias a Pascal. Le debemos muchas otras cosas, como la teoría de las probabilidades, gracias a su correspondencia con Fermat. Le debemos inventos tales como la "pascalina", que es un antecedente del ordenador, la jeringa, el autobús ("les carrosses a cinq sous")… Todos los físicos admiramos la obra de Pascal, pero solemos ignorar cómo la hizo.

Tuvo una cabeza privilegiada, sin duda, pero, en lugar de llegar a su creencia en Dios como producto de su pensamiento, creía en la revelación: "Creo en el Dios de Abraham, el Dios de Isaac, el Dios de Jacob, no en el de los filósofos y los sabios… Creo en el Dios de Jesucristo; sólo por los caminos que enseña el Evangelio se le puede hallar".

Fue un físico asceta, casi un físico ermitaño. Su espíritu se iluminó exactamente a las diez y media de la noche del día 23 de noviembre de 1654, según un escrito suyo que comienza con la palabra francesa "FEU", fuego, con letras mayúsculas. Desde entonces su vida estuvo ligada al convento de Port-Royal des Champs.

Este convento cisterciense de monjas había sido fundado en 1204 y había sido acogido y sostenido, entre otros, por el mismísimo rey San Luis. Pronto adoptó la caridad de albergar a seglares que, desengañados del mundo se refugiaban allí, aunque sin hacer los votos, dedicados al recogimiento y al ascetismo. Incluso llegó a formar escuelas (las "Pequeñas Escuelas de Port-Royal"), uno de cuyos alumnos fue el literato Jean Racine (1639-1699). A partir de 1600, los seglares allí acogidos crearon un círculo de pensamiento religioso, los "solitarios". Por entonces el convento se hizo jansenista. Los jansenistas seguían las enseñanzas del obispo jesuita de los Países Bajos Cornelio Jansen (1584-1683). Eran católicos

aunque creían en la gracia divina de san Agustín, por lo que estaban algo cercanos al calvinismo. Sus enemigos naturales eran los jesuitas, de ideas y comportamiento más flexibles. Port-Royal acabó siendo un foco acusado de herejía y finalmente su emplazamiento fue demolido y arrasado en 1700.

Uno de los más fervientes jansenistas de Port-Royal fue Pascal, convencido rigurosa y ciegamente del catolicismo más extremo, viviendo una vida de asceta y contemplación. Con su perfecto estilo literario, que había sido elogiado por el mismísimo dramaturgo Pierre Corneille (1606-1684), usando un seudónimo, escribió las Cartas Provincianas contra los jesuitas. Sus ideas religiosas estaban dispersas en hojas de difícil (y quizá innecesario) ordenamiento, que su temprana muerte impidió finalizar. Así surgió el libro Pensamientos, obra interesante y admirada incluso por Nietzsche (1844-1900), con breves pensamientos profundos dotados de brillante prosa. Decía Nietzsche que Pascal había sido el "único cristiano lógico".

Era asceta y a la vez, físico, matemático e inventor. ¿Cómo puede un hombre desdoblarse así? No se desdoblaba; para él era su única forma de ser. La física desde el convento; no entre rezo y rezo, sino como rezo.

Famosa es la llamada apuesta de Pascal para inducir a los ateos a la conversión: "Si ganan, lo ganan todo; y si pierden, no pierden nada".

Capítulo 10

Newton, exégeta

Cuando un científico del pasado revelaba su sentimiento religioso o su ateísmo, siempre nos puede entrar la duda de si estaba acatando los preceptos obligados de la época o los obligados por su sinceridad. Puede reconocerse su creencia personal cuando su celo excedía en mucho al exigido por la iglesia imperante, o cuando se creencia era contraria a ella; de la sinceridad de los herejes no se puede dudar.

En el caso de Isaac Newton (1643-1727), la certeza de su creencia en Dios, sin la menor fisura, es incuestionable. Los dos motivos mencionados se daban en proporciones extremas. Tenía la mayor biblioteca de Inglaterra sobre temas bíblicos y dedicó gran parte de su vida a la exégesis. Pero además, Newton era hereje.

Las creencias religiosas están íntimamente unidas a la personalidad del hombre. Isaac Newton, el apodado “el León”, intransigente e iracundo con sus enemigos filosóficos y científicos, con perseverancia férrea, no veía a su Dios como el Dios amable de san Agustín o de san Francisco, sino como el Dios que castiga; no como el Dios que todo lo perdona, sino como el que todo lo juzga; no como el Dios del amor, sino como el del temor.

Al decir que era hereje queremos decir que lo era con respecto a la Iglesia anglicana en la que había sido educado y a la que, por otra parte, consideraba la única legítima. Era para él la verdadera, a pesar de que esta iglesia admitía la intolerable y abominable realidad de la Santa Trinidad. Él, que se había educado en el Trinity College, en el que fue catedrático durante gran parte de su vida… no creía en la Trinidad.

Newton tenía que haberse mostrado fiel servidor de la religión anglicana y haber mostrado su adhesión a sus 39 artículos en varias ocasiones, al firmar su licenciatura en artes, al alcanzar la cátedra becada abrazando la “auténtica religión de Cristo”, cuando consiguió su maestría en artes, etc. Pero en 1669 fue nombrado

profesor lucasiano y, para conservar su cátedra y mantenerse como profesor en Cambridge, tenía que tomar las órdenes sagradas.

Dada la integridad y el perfeccionismo de Newton, antes de tomar las órdenes sagradas quiso enterarse bien de lo que iba a jurar. Y estudió concienzudamente los Evangelios y la historia del cristianismo. El resultado de tan exhaustivo estudio fue que se hizo hereje. Sus convicciones religiosas cambiaron radicalmente, aunque se guardó mucho de manifestarlas públicamente. Se hizo arriano.

Enrique VIII (1491-1547) en 1546 había proclamado la Santa e Indivisible Trinidad como parte del credo de la Iglesia anglicana. Arrio (256-336) fue un sacerdote alejandrino que había defendido que el Hijo, Jesús, no era de la misma sustancia que Dios Padre. Su enemigo fue san Atanasio (ca. 296-373), patriarca de Alejandría y doctor de la Iglesia. En tiempos del emperador Constantino (272-337), en el concilio de Nicea, se condenó a Arrio. El arrianismo no desapareció inmediatamente, pero en el tiempo de Newton nadie prestaba ya atención a tan antiguas disensiones. La Santísima Trinidad estaba basada en que Padre, Hijo y Espíritu Santo eran de la misma sustancia.

Newton creía que sólo el Padre era supremo y el Hijo un ser separado distinto del Padre, que no era auténticamente Dios, y, por tanto, no creía en la Trinidad. La culpa de la tergiversación histórica la había tenido el malvado san Atanasio, que había incluso alterado y adulterado los Evangelios.

En la Epístola de Pablo a los hebreos se dice: “Tú [Cristo] amaste la justicia y odiaste la iniquidad, por eso te ungió, oh Dios, tu Dios, con óleo de regocijo por encima de tus compañeros”. Al margen escribió Newton: “En consecuencia, el Padre es Dios del Hijo”.

Dios Padre era Dios. El Hijo no era igual a Él ni en sustancia ni en naturaleza. Cristo no era auténticamente Dios, sino la palabra y la sabiduría divinas hechas carne.

A propósito de san Atanasio decía Newton: “¡Abajo Satanás! No llevaré nunca más la marca de la bestia”. De su acción sobre la verdadera palabra de Dios que san Atanasio había adulterado, con palabras así de duras se expresaba Newton:

La idolatría es una violación del primero y más grande mandamiento. Es concederle a los ídolos el amor, honor y veneración que solamente corresponden a Dios. Es olvidar al verdadero Dios para cometer adulterio con otros amantes. Hace a una Iglesia culpable de apostasía contra Dios del mismo modo que una adúltera olvida a su esposo. La hace culpable de adulterio espiritual con otros amantes. La convierte en la Iglesia de los ídolos, falsos dioses o demonios a los que adora, hasta el punto que una auténtica Iglesia así es la llamada en las Escrituras una Sinagoga de Satán.

Renegaba también de la veneración a la Virgen y de la invocación a los santos.

¿Qué podía hacer Newton? ¿Renunciar a su cátedra? ¿Renunciar a su antitrinitarismo? ¿Disimular y jurar en falso? No había una cuarta posibilidad, salvo para una persona tan testaruda como él. Consiguió que el rey Carlos II (1630-1685) hiciera con él una excepción: podía acceder a su cátedra lucasiana sin tener que someterse a los votos y al celibato. Pero, eso sí, jamás hizo declaración pública expresa de que no creía en la Santísima Trinidad. Eso le hubiera costado la expulsión de la Universidad de Cambridge.

Escribió sobre sus convicciones religiosas para sí mismo y para sus propios prosélitos. No fue el último arriano porque convenció a varios de los jóvenes matemáticos que con él trabajaron, aunque algunos de ellos, menos precavidos que su maestro, declararon su herejía y sufrieron las consecuencias. Así, su buen amigo William Whiston, su sucesor en la cátedra lucasiana, fue expulsado de ella por confesar públicamente su arrianismo, sin que Newton saliera en su defensa.

Para él, sólo dos profetas merecían crédito: Daniel (siglo IV a. C.), consejero de Nabucodonosor e intérprete de sus sueños, y san Juan el apóstol, amigo de Jesús, autor del Apocalipsis (aunque seguramente fueron dos Juanes diferentes). La Iglesia de Roma era

para Newton la Bestia Cornuda que aparece en el Apocalipsis de san Juan. Era la fornicación espiritual, la blasfema prostituta de Babilonia. Tenía pésima opinión de Isaías, considerado por la Iglesia oficial como el Príncipe de los Profetas. También siguió asiduamente a Ezequiel, quien, después de la destrucción del templo de Salomón, había dado una descripción bastante completa de cómo había sido. Newton dedicó mucho tiempo y esfuerzo en reconstruir el templo de Salomón, pues podría representar una imagen del universo. Salomón había sido para Newton el más grande filósofo de todos los tiempos.

Por entonces, la única forma de calcular la edad del universo era recurrir a la Biblia, teniendo en cuenta la genealogía de Jesús y de los santos padres hasta llegar a Adán. Así lo habían hecho otros estudiosos y así lo había intentado Kepler. El resultado, claro, resultaba absurdo: salían cifras entre 4.000 y 5.000 años. El arzobispo irlandés James Hussher (siglo XVII) fue el más osado. Fechó la creación con extraordinaria precisión: tuvo lugar el 23 de octubre de 4004 a. C. No llegó a predecir la hora.

Newton cometió el mismo error; claro que entonces había que recurrir a la Biblia y no a la física. Él era un perfecto conocedor de la Biblia, mejor exégeta que cualquier teólogo de su tiempo, y podía hacerlo mejor que nadie. ¿Era imposible recurrir a la física? Era difícil, pero no imposible. Su discípulo y amigo, Edmund Halley (1656-1742), ideó otro procedimiento. Pensó que en un lago, la cantidad del agua que lo llena, que proviene de los ríos, tenía que ser igual a la cantidad de agua perdida por los ríos. El mar, en cambio, se alimentaba del agua de los ríos pero, al no haber ríos que salen del mar, el único mecanismo de pérdida de agua era la evaporación. Como la evaporación deja las sales disueltas en el agua, la salinidad del mar debía ir aumentando con el tiempo, por lo que la diferencia de salinidad entre el agua de los ríos y la del mar debía informarnos de la edad de la Tierra. El cálculo era dificilísimo, claro, pero, aun así, fue el primero que habló de la edad de la Tierra en términos de millones de años, sin recurrir a la infantil suma de las edades señaladas por el Antiguo Testamento.

Así pues Newton conocía, como nadie en su tiempo, y quizá como nadie en el tiempo, la Biblia con todos sus textos apócrifos y la

historia de las iglesias cristianas, de las cuales ni siquiera la suya, la anglicana, era completamente verdadera. Incluso con toda su bochornosa admisión de la Trinidad, era el pueblo inglés, y no el judío, el elegido por Dios.

Si así pensaba, no era menos exagerado en su comportamiento ético. No se permitía la menor frivolidad y mucho menos en el terreno sexual. No permitía que se contara ni un chiste verde en su presencia. Fue virgen durante toda su vida, no consintiéndose a sí mismo el menor roce carnal ni con mujeres ni con hombres. Hay razones, no muy firmes, para pensar que tenía una tendencia homosexual y que llegó a tener un sentimiento amoroso con el joven matemático Fatio de Duillier, pero este amor, si acaso existió, se mantuvo en la más mística de las esferas.

Como director de la Casa de la Moneda, pasó por su mano todo el dinero acuñado en Inglaterra, pudiéndose asegurar que ni un miligramo de oro pasó de la prensa a su bolsillo. Es más, fue perseguidor inquebrantable de los recortadores de moneda y de cualquier fraude monetario, hasta llevar a la horca a más de uno. Así lo hizo con el malvado Chaloner, un truhan que, empezando con pequeños hurtos callejeros, llegó a la mayor corrupción con grandes fortunas, convirtiéndose en un hombre inmensamente rico e influyente.

En el otro platillo de la balanza fue contumaz destructor de sus enemigos, a los que persiguió con saña feroz incluso después de su muerte. Así ocurrió con el astrónomo real y primer director del Observatorio de Greenwich, John Flamsteed (1646-1719), con el sagaz y vanidoso miembro de la Royal Society Robert Hooke (1635-1703) y, sobre todo, con el gran científico y filósofo alemán Gottfried Leibniz, con quien compitió, disputándose ambos la "invención" del cálculo diferencial.

Aunque no fue frase original suya, le dijo a Hooke: "Si he llegado a más lejos es porque me he subido a hombros de gigantes". Fue en uno de los pocos momentos en que ambos intercambiaron elogios, aunque no sinceros. Es muy posible, sin embargo, que Newton se refiriera irónicamente a Hooke como el gigante, porque Hooke era feo, bajo y jorobado.

Lo cierto es que este gran genio de la humanidad, además de ser el director de la Casa de la Moneda, de sus infatigables trabajos como alquimista, de su defensa del arrianismo, del cálculo de la edad de Adán, de perseguir infatigablemente a sus enemigos, y de muchas otras cosas, durante un breve periodo de tiempo de su vida en un cuartucho de la casa de su pueblo, inventó el cálculo diferencial e integral y fundamentó la mecánica y la óptica. Fue más un alquimista, un teólogo y un gestor que un físico (aunque fuera probablemente el más destacado físico de la historia). En un par de años aislado en un pequeño pueblo dedicó un poco de su tiempo a la física y a la matemática.

Su dedicación a la exégesis, a la alquimia, a la física y a las matemáticas no eran actividades inconexas en su mente, sino una misma y única ciencia. Se podía leer la obra de Dios tanto en la Biblia (antes de ser mutilada por el malvado Atanasio) como en la naturaleza.

Dios había dotado de unas leyes inmutables al mundo y, lo que es más curioso desde el punto de vista actual, Dios intervenía continua y directamente en los movimientos de los astros y todos los demás procesos físicos. Impedía la coalescencia de las estrellas debido a su propia gravedad y ponía orden en el sistema planetario formado por tantos cuerpos.

No pensaba, como Descartes, que el principio del universo hubiera sido el caos. En su Opticks se puede ver un anticipo del segundo principio de termodinámica: “El movimiento es más tendente a ser perdido que a ser ganado y está siempre pendiente de decaer”. “Los cuerpos de la Tierra, los planetas, los cometas, el Sol y todo lo que hay en ellos, acabarían fríos y helados, convirtiéndose en masas inactivas; y toda la putrefacción, la generación, vegetación y vida, no permanecerían en ellos”.

Entre paréntesis, se dice que las madrazas árabes no deben ser consideradas universidades sino más bien escuelas coránicas, porque tenían un exclusivo objetivo religioso. Esto no es del todo cierto. Así, en la Madraza de Granada, los estudiantes

consagran las primicias de su inteligencia a las matemáticas e inauguran su formación científica por el estudio profundo de las propiedades de los números. Pasan luego gradualmente a estudiar la posición de los astros, la forma aparente de la esfera celeste, el modo de verificar el paso del Sol, de la Luna y de los cinco planetas [...] todos los demás fenómenos y accidentes físicos y atmosféricos. Añaden a esto la lectura de algunos libros de los griegos en que se determinan las leyes que regulan el razonamiento discursivo.

Madraza o madrasa significa en árabe “el lugar donde se estudia”. Pero vemos que las universidades cristianas tenían también un fuerte componente religioso. Ya acabamos de ver que Newton fue una notabilísima excepción al conservar su cátedra sin tener que hacer los votos. Esta condición rigió hasta bien entrado el siglo XIX. Algo antes de Newton, el gran químico irlandés Robert Boyle (1627-1691), uno de los fundadores de la Royal Society de Londres, tuvo que renunciar a su cátedra porque le disgustaba hacer juramentos. Era Boyle también un fervoroso creyente: “Las maravillosas capacidades de los animales y los hombres demuestran que fueron concebidas por un creador benevolente”.

Más adelante veremos que Maxwell abandonó Cambridge porque para ocupar una cátedra tenía que ser ordenado sacerdote de la Iglesia anglicana y permanecer soltero. Allí volvería, años después, como fundador y primer director del Cavendish Laboratory.

Capítulo 11

La Ilustración

El siglo XVIII fue el siglo de la Ilustración. Fue la gran época en la historia del pensamiento humano, en la que la razón debía ser la generadora y la clave de la ciencia; y no sólo de la ciencia, sino de toda actividad humana. La política, la economía, la sociedad, la filosofía, el progreso, todo debía estar guiado por la razón, por el pensamiento libre de supercherías y revelaciones religiosas. La razón debía iluminar la nueva sociedad. De hecho, "ilustración" etimológicamente está emparentada con iluminación.

El triunfo de la ciencia del siglo anterior debió inspirar la Ilustración. El empirismo de Francis Bacon (1561-1626), el método deductivo de Descartes, los brillantísimos desarrollos físicos de Newton tenían que ser los fundamentos de la nueva filosofía y de la nueva creatividad.

En realidad, no eran estos movimientos científicos sólidos puntos de apoyo para la nueva física. Bacon dijo cómo había que hacer la ciencia, pero nunca la hizo. Descartes, que nos había enseñado a pensar, no aportó nada nuevo o bueno a la física. Newton, sin hacer caso ni a uno ni a otro, consiguió la mayor hazaña de la física, pero se pasó la vida pensando cómo había sido el templo de Salomón, cómo el Hijo no era de la misma sustancia que el Padre, reconstruyendo la genealogía de los patriarcas bíblicos, buscando la piedra filosofal, etc. Desde luego, no era Newton el ideal ni el ejemplo de filósofo ilustrado, aunque en dos maravillosos años hiciera la física y la matemática. El edificio de la Ilustración había de ser soberbio, pero sus pilares estaban plantados en el barro. Pero no importaba; la razón debía iluminar al mundo.

Uno de los planteamientos de la Ilustración fue que la ciencia debía de estar al alcance de todos, para que así los más capaces pudieran ser también sus hacedores. Los logros de un físico, de un científico en general, no deberían depender de su riqueza o su extracción social, pretendiendo así romper con el pasado. Claro que, si bien se piensa, sus inspiradores no habían sido aristócratas ricachones.

Copérnico fue un humilde canónigo, Kepler vivió casi toda su vida en la pobreza, Galileo empezó su vida comido por las deudas y Newton, en los tiempos de su mejor producción científica, sí que tenía dinero, pero su madre no se lo daba y tenía que sacrificarse limpiando las botas de sus compañeros estudiantes. Sólo Tycho Brahe fue un aristócrata. Pero el principio de la Ilustración era bueno: que todo el mundo tuviera la posibilidad de estudiar y hacer física.

Se suele decir que la Ilustración democratizó la ciencia. Pero casi se puede decir que la aristocratizó: así, Lazare Carnot (1753-1823) acabó siendo conde, ministro de la Guerra y presidente de la República francesa; Gaspard Monge (1746-1818) fue conde y ministro de la Marina; Jean-Sylvain Bailly (1736-1793), alcalde de París; Pierre-Simon Laplace, conde, marqués, obtuvo la Legión de Honor, fue ministro del Interior, senador y presidente del Senado; Giuseppe Luigi Lagrange (1736-1813) fue conde; André-Marie Legendre (1752-1833), caballero; Joseph Fourier (1768-1830), prefecto de Isère y de Ródano; Rumford (Benjamin Thompson, 1753-1814), conde; Alessandro Volta (1745-1827), conde; William Herschel, caballero; Benjamin Franklin (1706-1790), presidente de Pensilvania… y un larguísimo etcétera.

Sin embargo, la democratización y la aristocratización de la Ilustración no son términos contradictorios, pues los nuevos aristócratas científicos habían nacido como gente del pueblo, en general.

Nunca los científicos fueron tan dominantes en la política como en la Ilustración. En no pocos casos este encumbramiento de los científicos a la aristocracia y a los altos cargos de responsabilidad fue obra de Napoleón (1769-1821). Él mismo se consideraba uno de ellos y condecoraba a sus más ilustres (para él) colegas.

Cuando se habla del Siglo de las Luces, de la Ilustración, de los librepensadores en relación a sus connotaciones religiosas, conviene no olvidar que el siglo XVIII es también el siglo de la gran expansión de la francmasonería. Esta era una sociedad no secreta pero sí discreta, con ritos iniciáticos y muy selectiva. En aquel siglo aún no se admitía a las mujeres masonas. Para entrar en alguna de las logias masónicas era necesario aceptar la existencia de un ser

supremo, el Gran Arquitecto del Universo, y la inmortalidad del alma. Científicos francmasónicos importantes en el periodo de la Ilustración fueron Laplace y Antoine Lavoisier (1743-1794). También lo fue el químico revolucionario Jean-Paul Marat (1743-1793), y hasta el mismísimo Napoleón. Y también Voltaire (1694-1778), que, aunque no fue un físico, asedió a físicos, especialmente a Leibniz y a Euler, por lo que puede ocupar un "lugar" en esta historia.

Lo que sí supuso un cambio drástico en la Ilustración fue el laicismo. Con anterioridad los científicos habían sido en su mayoría clérigos. En cambio, con la Ilustración los científicos fueron seglares; incluso los curas fueron a veces menospreciados, a veces vilipendiados y a veces perseguidos, expulsados o asesinados, dependiendo de las diversas décadas en las que transcurrió aquel siglo iluminado. Así por ejemplo, la expulsión de los jesuitas fue consecuencia de la intransigencia ilustrada. La Ilustración fue decididamente anticlerical.

En el llamado Antiguo Régimen, los grandes monarcas se vanagloriaban de establecer suntuosas academias y se preciaban de albergar en ellas a los más destacados científicos. Así pudieron aprovechar este mecenazgo sabios como Euler, Daniel Bernoulli (1700-1782), Lagrange y otros. Pero esto tenía dos inconvenientes. Primero, la estabilidad de los sabios en las academias dependía de la voluntad, muchas veces caprichosa, del gran monarca. En segundo lugar, la experiencia demuestra que un gran científico tiene que convivir con otros menos aventajados (salvo en el caso de sabios realmente excepcionales como fueron Newton y Einstein).

Los grandes jerarcas se rodeaban de academias, jardines botánicos, museos, observatorios astronómicos, etc. Así lo hacían Luis XV en Francia, Federico II en Prusia, Carlos III en España, Catalina II en Rusia, José II en Austria, Gustavo III en Suecia, etc. El lujo solía ser desorbitado, como signo del prestigio con que se adornaban reyes y emperadores. Pero la desaparición de este imperfecto mecenazgo del Antiguo Régimen terminó con otro imperfecto periodo que dio lugar a la sangrienta Revolución francesa, donde los más ilustrados sabios podían acabar en la cárcel, bajo el potro o bajo la guillotina, siendo el caso del gran químico Lavoisier el más lamentable: fue

guillotinado. Y posteriormente vino el régimen autoritario de Napoleón que, a pesar de su gran consideración por la ciencia, no logró que los sabios hicieran su esperada labor.

Por cierto, el término de "científico" fue acuñado por Marat, uno de los más exaltados y sanguinarios cabecillas de la Revolución, para ridiculizar a los sabios de la Academia Francesa que le habían rechazado a él mismo como académico. Pero Marat, uno de los más destacados en imponer la Revolución, acabó siendo también una de sus víctimas. Esto fue bastante general.

Desde el punto de vista religioso, la Ilustración era laicista y anticlerical. El ateísmo estaba, en general, bien considerado, pero no era la única solución iluminada por la razón. Se podía ser "deísta" si se concluía la existencia de Dios a partir de la pura razón, sin la intervención de ninguna revelación religiosa. Aquellos que sí creían en esta revelación eran "teístas" y eran rechazados como malos filósofos que no habían entendido las directrices de la Ilustración.

Como consecuencia del laicismo, durante este Siglo de las Luces y posteriormente, siguió habiendo científicos creyentes, pero, en general, ya no mezclaron su ciencia y su fe. Muchos trasladaron su forma de pensar en la ciencia a su modo de justificar sus creencias. Y algunos, más bien pocos, deducirían las leyes de la física enraizando sus deducciones en sus convicciones religiosas.

Los físicos de la Ilustración midieron más que meditaron. Físicos muy resaltables de esta época fueron Leonhard Euler (1707-1783), Daniel Bernoulli (1700-1782), Lagrange (1736-1813), Fourier (1781-1840)… Pero estos, aunque vivieron durante la época de la Ilustración, no fueron físicos ilustrados. No fueron nada representativos de la nueva forma de concebir la sociedad basada en la luz de la razón. Euler era un declarado teísta y un cristiano en el más tradicional sentido de la palabra, incluso escribió Defensa de la revelación divina frente a las objeciones de los librepensadores.

El italiano de espíritu deprimido y enfermizo Lagrange sí sirvió a los intereses de la Ilustración francesa, pero cuando llegó a Francia ya tenía 50 años y ya había hecho lo mejor de su ciencia. Es cierto que contribuyó al establecimiento del sistema decimal, uno de los

resultados más prácticos de este siglo, aunque nada comparable a su magnífica Mecánica analítica.

Fourier, un alma inocente, fue más bien una víctima de las pendencias convulsas de las transformaciones políticas que caracterizaron la Revolución francesa. No es posible que hiciera tan trascendental ciencia siendo tan frecuentemente encarcelado y condenado a muerte o confinado en Egipto; pero sí la hizo. Los Bernoulli tenían una larga tradición cristiana calvinista.

En el otro platillo de la balanza también hubo físicos destacados. El más distinguido en este sentido fue Jerôme Lalande (1732-1807), personaje extrañísimo aunque notable astrónomo y de criterio lúcido. Debido a su públicamente proclamado ateísmo, no sufrió la persecución de los variadísimos y alternantes poderes públicos de la Francia de su tiempo. Escribió un Diccionario de Ateos, con una larga lista de 800 ateos a lo largo de la historia. El último de la lista era… él mismo. Otro de los más destacados ateos de tal lista era el mismísimo Napoleón, pero cuando el libro iba a publicarse, este le exigió que suprimiera su nombre. Este mandato no obedecía a cuestiones ideológicas, sino a que poco después Napoleón iba a ser coronado por el papa como emperador. ¿Cómo el papa iba a coronar a un ateo?

En algunos otros casos, los científicos preferían no inmiscuirse en discusiones religiosas, unas veces por prudencia, otras veces porque veían que eran discusiones sin fin y consumidoras de tiempo. Este puede ser el caso de William y Carolina Herschel.

Capítulo 12

Herschel, el músico

William Herschel (1738-1822) era un músico militar alemán que desertó para acabar viviendo y trabajando en Inglaterra. Fue sin duda un gran astrónomo. La física de la Ilustración estuvo más interesada en medir, catalogar, coleccionar y fabricar precisos instrumentos de medida que en aportar nuevas ideas o teorías.

Como astrónomo ilustrado, William Herschel fabricó los telescopios más grandes de su época, y era el mejor experto en pulir espejos, de forma que ese trabajo casi era su mayor fuente de ingresos. Observó todo el firmamento accesible a su situación geográfica varias veces con una minuciosidad al límite. Nadie podía conocer el cielo tan bien como él. Descubrió cometas, estrellas variables y nebulosas. Fue el primer hombre que descubrió un planeta no visible a simple vista: Urano.

Aunque magníficas, estas actividades son características del Siglo de las Luces. Pero el caso de Herschel es algo atípico en el mundo de la Ilustración, porque sí supo indagar en el significado y la trascendencia de sus observaciones: obtuvo el primer mapa de la galaxia Vía Láctea. Eso sí que es extraordinariamente relevante para comprender el universo. Es cierto que partió de una hipótesis mala, la de que todas las estrellas eran igual de brillantes intrínsecamente, bien lo sabía él, pero entonces no se podía hacer otra cosa. Y como desconocía que hubiera una extinción interestelar y no podía ver las estrellas lejanas, concluyó que el tamaño de la Vía Láctea era aproximadamente la décima parte de lo que es. Obtuvo que las estrellas de lo que era para él todo el universo estaban en un disco de unos 10.000 años-luz. El Sol se hallaba muy cerca del centro (si Aristóteles hubiera levantado la cabeza…).

Su hermana Carolina (1750-1848) era su ayudante y, a su vez, una buena astrónoma, que descubrió por su cuenta también numerosos cometas y estrellas variables. Y también ayudó Carolina posteriormente a su sobrino John Herschel (1792-1871), el hijo de William. Finalmente, Carolina prefirió abandonar Inglaterra para

volver a su tierra natal, Hanover.

A pesar de la importancia de esta familia en el desarrollo de la astronomía, se sabe muy poco de sus creencias religiosas. Ni a William ni a Carolina les gustaba hablar de ello; se hace difícil conocerlas. Habían nacido en Hanover, por lo que habían sido educados en el luteranismo. Pero al instalarse en Inglaterra, donde inicialmente William fue organista de varias parroquias de religión anglicana, es de suponer que tendrían que adaptarse a este credo.

Más explícito fue John Herschel, quien creía en la religión establecida por la naturaleza y no en la "establecida por ley" y que, en cierta ocasión, dijo que "no podía haber duda" de la existencia de Dios y que encontraba el ateísmo "ridículo". Lo que se sabe bien es que William dio completa libertad a su hijo John para adoptar la postura religiosa que más le convenciera. Eso en sí es una postura religiosa también.

Capítulo 13

Laplace y el determinismo

Uno de los dilemas más debatidos a lo largo de la historia es: o ciencia o fe; o ciencia y fe. La ciencia y la religión han estado continuamente como el perro y el gato. Puede decirse que este desencuentro no empezó en este siglo XVIII (basta recordar el caso Galileo), pero se agudizó con la Ilustración como escenario de la contienda, y aún continúa con más zarpazos y ladridos que buenas avenencias. Y uno de los puntos de choque más debatido fue el determinismo.

Sin lugar a dudas, el físico que mejor personalizó el espíritu de la Ilustración fue Pierre-Simon Laplace (1749-1827), no sólo por su forma de concebir la ciencia sino por mostrar al mundo el aliento de las nuevas corrientes ideológicas.

Al hablar de ellas hay que prevenir que estas eran sumamente cambiantes. Lo que era la Ilustración misma podría estar más o menos claro, pero los cambios políticos transcurridos en Francia, especialmente al final del XVIII y principios del XIX, fueron tan frecuentes, trágicos y contrapuestos que la forma de entender la Ilustración fue de lo más oscilante. Francia pasó de la monarquía del llamado despectivamente "Antiguo Régimen" a la Revolución, donde se estableció el enfrentamiento entre girondinos y jacobinos, que acabó con la llamada época del Terror. Posteriormente Napoleón se hizo con el poder como primer cónsul y más adelante como emperador. La monarquía volvió a instaurarse y Napoleón fue deportado. Pero Napoleón se escapó, volviendo a erigirse como emperador. Luego volvió la monarquía…

Pues bien, Laplace fue capaz no sólo de adaptarse a tan variado cambio político sino que lideró muchos de estos cambios. Encabezó la Comitiva que nombró a Napoleón, de igual forma que fue uno de los firmantes de su expulsión. Fue un genio de la adulación. Baste con decir que pasó de ser conde del Imperio con Napoleón a marqués de la monarquía con Luis XVIII (1755-1824). Fue incluso ministro de Napoleón, aunque su ministerio sólo duró seis semanas.

Fue además plagiario, lisonjero, vanidoso y altanero, pero hay que decir que fue un buen científico, buen conocedor de la mecánica de Newton, si bien algo desordenado, y que, a pesar de su carácter acomodaticio a los incesantes embates de la historia de Francia, y a las muy diferentes responsabilidades que él mismo se atribuyó, trabajó con notable continuidad en los diferentes suntuosos despachos que los muy diferentes dirigentes le fueron asignando. Además creó la Escuela Normal, la Escuela Politécnica y otras instituciones que demuestran su voluntad de instruir en la ciencia a futuros sabios y futuros enseñantes.

Desde el punto de vista religioso, fue Laplace el mayor defensor del determinismo. Las leyes de Newton lo decidían todo. Si conociéramos en un momento dado las posiciones y las velocidades de todos los átomos, no solamente seríamos capaces de predecir el futuro, sino de conocer también su pasado. Para ello haría falta un sabio de inteligencia y capacidad de cálculo prácticamente infinitas, pero no se trataba de hacer el cálculo sino de saber que ese cálculo se podía hacer. A este hipotético ser con tal inteligencia se le llamó "el Demonio de Descartes", demonio, claro, inexistente y ficticio. Lo importante eran las conclusiones filosóficas, por cierto, un tanto desagradables, de que todo estaba determinado. Si el pasado y el futuro estaban determinados por las leyes de Newton, no existía la libertad humana, el libre albedrío sería sólo una mera ilusión. Y si no existía la libertad humana, tampoco tenía sentido hablar de moralidad.

El determinismo es, por tanto, si no ya intrínsecamente ateo, al menos negador del alma y de la voluntad. Los hombres seríamos un conjunto de átomos obedeciendo unas leyes perfectamente definidas y determinadas.

El ateísmo de Laplace se puede poner bien a las claras con la conocida anécdota de su conversación con Napoleón. Cuando Laplace le presentó su extenso trabajo Tratado de mecánica celeste, Napoleón se sorprendió de cómo un libro que trataba de la naturaleza no hiciera mención alguna a su creador. Laplace le contestó: "Señor, no he tenido necesidad de esa hipótesis".

Como vimos, Newton creía que Dios estaba actuando de forma permanente y directa en la evolución del universo y, en particular,

en el sistema solar. Con tantos cuerpos como contiene, sus leyes le llevarían a un comportamiento caótico; predecible, sí, pero desordenado. Dios tenía que poner orden continuamente en un sistema de tantos cuerpos.

El cálculo de la evolución de tantos planetas, satélites, cometas, asteroides, además del Sol, nadie podría hacerlo. Sin embargo, Laplace creyó que lo hizo. En lugar de afrontar el problema directamente, aplicando las leyes de Newton y la gravitación universal a todos y cada uno de los cuerpos conocidos, introdujo un cálculo de perturbaciones. Los astros sufrían pequeñas perturbaciones que se sometían a las mismas leyes. Las perturbaciones que introdujo eran muy pequeñas, de las llamadas de primer orden. Eran tan pequeñas que los términos de las ecuaciones que contenían un producto de dos magnitudes perturbadas se podían despreciar. Es decir, sí que se despreciaban las perturbaciones de segundo orden. Concluyó con este método que la evolución del sistema solar, aun siendo complicada, volvía periódicamente a las condiciones iniciales.

En una palabra, según Laplace, no hacía falta ningún Dios para garantizar el orden del sistema solar. El orden se recuperaba solo. Pero en realidad se equivocó. Para un cálculo así, las perturbaciones de segundo orden no se pueden despreciar. Era un sistema realmente caótico. Podía haber argumentado Newton, si para entonces hubiera seguido estando vivo, que si el universo tenía 5.000 años de vida no había tiempo para que se desordenase, pero no lo habría argumentado porque para Newton estaba claro que Dios no descansaba y atendía diaria y directamente al movimiento de los astros y no iba a permitir que tan bella obra se desordenase. Es curioso que Laplace quisiera demostrar la inexistencia de Dios basándose en la mecánica de Newton, un autor que creía en su existencia a pie juntillas y que se indignaba cuando alguien sugería que su mecánica era propicia al ateísmo.

Laplace es muy conocido por haber supuesto que el sistema solar había sido formado a partir de una nube protosolar giratoria primitiva. Y similar explicación buscó para la formación de la Vía Láctea. Esto lo afirmó en un libro de divulgación. Es conocida como hipótesis de Kant-Laplace, puesto que el filósofo ilustrado Kant

(1724-1804) también propuso independientemente esta hipótesis. Según esto, podía haber “otros universos” semejantes al nuestro, que pasarían a llamarse “universos islas”.

Este asunto tiene su implicación en la religión de los físicos. ¿Cómo es de grande el universo y por qué es tan grande? Las supuestas dimensiones del universo fueron aumentando según avanzaba la ciencia. Pero, sobre todo, la hipótesis de Kant-Laplace pretendía explicar la formación del sistema solar y la galaxia. La respuesta anterior implícitamente era: había nacido así, por obra de Dios, y así seguiría.

Kant publicó tempranamente su cosmología en 1755 en su libro Historia natural universal y teoría de los cielos, aunque muy pocos lo leyeron porque su editor quebró. El médico y físico alemán Hermann von Helmholtz (1821-1894), un siglo después, tuvo que dar a conocer su contenido: el principio del universo había sido una distribución caótica que se había ordenado posteriormente. Como Descartes y como Leibniz, pero al contrario que Newton, pensaba Kant que no había necesidad de un milagro permanente para conservar su orden. Pensó en un “universo fénix” que renacía de sus propias cenizas, aunque posteriormente, en su famosa Crítica de la razón pura, concluyó que el universo no podía ser objeto de conocimiento y que, por tanto, la cosmología como ciencia era imposible.

Capítulo 14

La física romántica

Tras la Ilustración vino el Romanticismo. Tras el siglo de la razón vino el siglo del corazón. Parece que la razón es mejor maestra para hacer física que el sentimiento. Y, sin embargo, fue al revés. La física de la Ilustración la hicieron, sobre todo, físicos no ilustrados, los que no participaron de la ufana autocomplacencia de la racionalidad como directriz de la humanidad. Pero, aun así, cabe preguntarse cómo se podía hacer ciencia romántica, cuando el Romanticismo exaltaba los dramas, los amores imposibles, la poesía, la locura, los suicidios… Pues así fue la vida de muchos físicos: Faraday (1791-1867) tuvo un ataque de locura, Ampère (1755-1836) fue un poeta frustrado, Maxwell (1831-1879), un señor feudal, Boltzmann (1844-1906) se suicidó…

También hubo una transición entre ambos periodos. Así podemos catalogar al viajero y polímata alemán Alexander von Humboldt (1769-1859) como un ilustrado romántico.

La Ilustración había eliminado a los clérigos, y se pudo haber pensado que así sería la ciencia para siempre, libre de supersticiones religiosas. Los milagros y la revelación eran incompatibles con la ciencia. La Ilustración había expulsado de las universidades y de las academias a los creyentes. Pero no logró transmitir su orgullosa lógica al siglo siguiente. El inglés Michael Faraday fue toda su vida sandemaniano, una rama protestante fundamentalista que creía en la interpretación liberal de la Biblia. Se casó con una sandemaniana, hija de un pastor sandemaniano. El danés Hans Christian Oersted (1777-1850) buscaba la unión de todas las fuerzas con las fuerzas del espíritu. La llamada Naturphilosophie que le inspiraba proponía que todas las ciencias habían de “poetizarse”. Sus ideas de la física estaban impregnadas de misticismo. El francés André-Marie Ampère escribió poesía toda su vida y vivió la religión de forma angustiosa, ya que no podía hacerla compatible con el enciclopedismo ilustrado. Fue más filósofo y teólogo que físico y hasta llegó a fundar una sociedad cristiana.

El alemán Carl Friedrich Gauss (1777-1855), uno de los mejores matemáticos y físicos de todos los tiempos, reconocido como "Príncipe de los Matemáticos" ya en su tiempo, con aportaciones decisivas a la física y a la astronomía, el iniciador de la geometría no euclídea, etc., etc., un larguísimo etcétera, tampoco siguió las prescripciones de la Ilustración sobre cómo tenía que ser un científico. Fue un cristiano protestante convencido de la existencia de Dios, y no de un Dios de los filósofos, sino el del Nuevo Testamento, uno más cercano a quien sentir. Creía en la revelación de un Dios todopoderoso, en la inmortalidad del alma y en la existencia de otra vida. "El mundo entero sería absurdo sin la inmortalidad", decía. Gauss fue un hombre sencillo, casero, amante del orden y de la paz (salvo porque no pudo superar su odio a los franceses de Napoleón, que invadieron su patria).

Prestemos especial atención a los dos físicos probablemente más sobresalientes del siglo XIX: Maxwell y Boltzmann. Ambos completaron lo que se puede llamar física clásica y ambos fertilizaron el terreno para la irrupción de la nueva física del siglo XX, con la relatividad y la cuántica.

Capítulo 15

Maxwell, señor feudal

Aunque el escocés James Clerk Maxwell (1831-1879) trabajó en el Marischal College de Aberdeen, en el King's College de Londres y fue creador y primer director del famoso Cavendish Laboratory de Cambridge, cuando podía volvía a su mansión de Glenlair, donde se había criado. Era una mansión de algo más de 600 hectáreas donde tenía su pequeño laboratorio y su buzón de correos que le permitía una "rápida" correspondencia con sus colegas. Quizá por su amor a trabajar en la paz de su mansión escocesa, Maxwell podría asemejarse a Newton, que hizo su física en un cuartucho de la casa de su pueblo, y a Einstein, quien realizó trabajos de tan alto interés en una oficina burocrática, la Oficina de Patentes de Berna. De igual forma, Maxwell podía aislarse de sus colegas para elaborar su física, aunque lo cierto es que su mayor creatividad se plasmó en Londres.

Maxwell era en Glenlair un señor feudal, con numerosa servidumbre a la que trataba paternalmente, pareciéndole sagradas las relaciones entre señor y siervos. Era caritativo y justo con ellos, tomándose como propios sus problemas personales y ellos correspondían a su señor con reverencia y abnegación. Escribía a su mujer:

Hay cosas que tienen un sentido tan profundo que si continuamos en nuestros intentos de conocerlas alcanzaremos los grandes misterios de la divinidad. Si despreciamos las relaciones del matrimonio, de padres e hijos, de amo y criado, todo se echará a perder […] Pero si las respetamos veremos a través de su espíritu elemental un significado espiritual, pues Dios nos habla más claramente en estos vínculos de nuestra vida que en cualquier otra cosa que podamos entender. Así hallamos que en la Biblia, gran parte de la Verdad Divina es vertida con relación a estos tres vínculos y otros más.

Rezaba diariamente con sus criados. Atendía a las necesidades de la pequeña iglesia del pueblo vecino. Leía a su mujer textos teológicos para robustecer su fe. Para él, la relación entre amo y criado era un vínculo espiritual semejante al matrimonio y al de los padres con sus hijos. Atendía a su mujer enfermiza (por cierto, hija de un pastor protestante) con pío fervor: "Pídele [a Dios] en tus rezos que te permita verle constantemente, pues Él es Hombre a quien podemos mirar, y es Dios que nos puede crear de nuevo a su imagen y semejanza".

Desde el punto de vista religioso, Maxwell no solamente era creyente, era piadoso. "El fin del hombre es glorificar a Dios y gozar de Él para siempre". No parece que el legado laico de la Ilustración hubiera calado mucho en su personalidad.

Esta religiosidad podría haberla adquirido de su familia, pues su padre era presbiteriano y su madre episcopaliana, pero es evidente que su fe se nutría de sus propias convicciones.

Es interesante resaltar que, tras haber estudiado en Cambridge y con su brillante trayectoria, hubiera podido convertirse en profesor en el Trinity College, pero no quiso seguir este camino porque le obligaba a convertirse en sacerdote anglicano y permanecer soltero. Esta ley venía de muy antiguo, habiendo sido Newton quizá la única excepción. Precisamente Newton, que no hizo los votos pero vivió como si los hubiera hecho.

Maxwell, con un lápiz y un papel, dedujo que existían las ondas electromagnéticas. El siguiente paso hubiera sido recurrir a experimentos para comprobar su existencia. Maxwell no dio ese paso (lo dio el alemán H. R. Hertz, 1857-1894). A un teórico como Maxwell le gustaban los experimentos y, además, era el director del mejor laboratorio del mundo, el Laboratorio Cavendish. ¿Por qué no dio ese paso? ¿Porque estaba tan seguro de la inteligencia de su lápiz? Sabía que existían "sus" ondas electromagnéticas. Alguien ha sospechado que su fe en las ondas electromagnéticas y su fe en Dios tenían algo en común en la personalidad de Maxwell.

Hoy, para muchos, según esas encuestas que se hacen, Maxwell está entre los cinco mejores físicos de la historia. Sorprende hoy que este gran genio del electromagnetismo haya tenido tan beata actitud.

Además fue un buen poeta.

Si el escocés Maxwell era un beato, no le fue a la zaga el irlandés Lord Kelvin, de nombre William Thomson (1824-1907), también uno de los grandes genios de la física del XIX. Acudió a la capilla a rezar todos los días de su vida. Su vida trascurrió en Glasglow y allí tuvo un “trascendental” cambio en su afiliación religiosa: pasó de ser fiel a la Iglesia Libre Escocesa a serlo a la Iglesia Episcopal Escocesa.

Ni Maxwell ni Kelvin tuvieron nunca duda de su fe; eso, sí, ninguno de los dos extrajo ciencia de su fe.

Capítulo16

Boltzmann y el atomismo

El austriaco Ludwig Boltzmann (1844-1906) fue, junto con Maxwell, el otro gran genio de la física del siglo XIX, el gran intérprete de la termodinámica en términos de la mecánica estadística. Su ciencia siempre estuvo relacionada con problemas que atañían a la religión, con mayor o menor cercanía.

En primer lugar, encontró una ecuación de una gran trascendencia. El Demonio de Laplace quería saber la posición y la velocidad de cada átomo en cualquier instante de tiempo. El Demonio de Laplace podía hacerlo, pero ni Laplace ni ningún físico podían. Sin embargo, Boltzmann resolvió el problema estadísticamente. No nos importa saber dónde va a estar cada partícula y qué velocidad va a tener, sino saber cuántas partículas van a estar en tal lugar y allí cuántas van a tener tal velocidad, y esto en cada instante de tiempo.

En realidad, puede aplicarse a todo tipo de partículas; pueden ser partículas clásicas, fotones, partículas cargadas… Y, por supuesto, hay una ecuación de Boltzmann para situaciones relativistas. Claro que tenemos que conocer las leyes con las que se rigen las distintas partículas. Esta ecuación es importante en nuestra historia porque remoza el viejo problema del determinismo. Ahora no se trata de encomendar el problema a los demonios; los físicos podemos hacerlo.

Pero sólo en cierto modo podemos hacerlo, porque la ecuación es "endiablada", de tipo íntegro-diferencial, y nadie la ha podido resolver salvo en casos particulares simplificados. Pero esta ecuación es determinista, es la ecuación que invita a pensar en lo que se llama "fisicismo", o también "reduccionismo", que viene a decir que todo es física. La química, la biología, la geología… cualquier ciencia natural se reduce a física y a una física determinista. Esta conclusión no puede ser aceptada por todos, especialmente por muchos biólogos. Es una ecuación terrible.

Terrible por sus consecuencias religiosas. Magnífica para conocer

cómo evoluciona una galaxia, por ejemplo. Magnífica incluso para saber cómo evoluciona el universo entero. Pero otra vez el libre albedrío humano estaba en entredicho y, otra vez, como consecuencia, la moral estaba en entredicho. Cuando a Einstein le recordaban este problema, más o menos respondía: “Yo puedo saber que un asesino puede no ser en realidad dueño de sus actos pero, por si acaso, no me tomo el café con él”.

Es una ecuación terrible, aunque hecha por una persona muy bondadosa. Extraordinario físico conocedor de todas sus ramas y extraordinario pedagogo a quien para escucharle acudían a sus clases gentes venidas incluso de otros países. También dio clases de filosofía de la ciencia, con sus aulas igualmente siempre abarrotadas.

Además de esta importante ecuación, Boltzmann demostró otra que relacionaba la entropía con el peso termodinámico y que hoy constituye su epitafio en el cementerio de Viena. El peso termodinámico es el número de microestados compatibles con un macroestado. Su logaritmo neperiano multiplicado por una constante también llamada de Boltzmann es la entropía. El interés de esta fórmula es que el concepto de entropía adquiere una interpretación estadística, en contraposición a la interpretación de la termodinámica del equilibrio, que partía de principios macroscópicos para deducir resultados macroscópicos. El concepto de entropía había sido introducido por el polaco Rudolf Clausius (1822-1888). Es la más sentimental de las magnitudes de la física.

La magnitud entropía, bien definida tanto en termodinámica como bajo la interpretación estadística de Boltzmann, ha volado desde la física a otras áreas de la ciencia, especialmente a la biología, a la filosofía y, por ende, a la teología misma.

La filosofía de la ciencia de Boltzmann rechazaba la metafísica. Además tuvo una prolongada disputa con los positivistas, especialmente con el filósofo y físico Ernst Mach (1838-1916). Es curioso que un hombre que habló tan arrolladoramente sobre la filosofía de la ciencia hablara muy poco sobre la existencia de Dios. En cierta ocasión sí escribió: “Es realmente verdad que solo un loco negará la existencia de Dios, pero es igualmente cierto que nuestras ideas acerca de Dios son simples inadecuados antropomorfismos

[…] Si, por lo tanto, alguien dice que está convencido de la existencia de Dios y otro que no cree en Dios, es posible que ambos tengan los mismos pensamientos sin sospecharlo".

Tanto el reduccionismo de Boltzmann como la teoría de la evolución de Darwin nacieron por la misma época, y han sido a veces esgrimidos como vinculados al ateísmo, sin que ninguno de los dos sabios lo fuera (Darwin se consideraba agnóstico). Decía Darwin respondiendo por carta a un estudiante: "Es imposible contestar brevemente a su pregunta, y no estoy seguro de que fuera capaz de hacerlo escribiendo con cierta extensión. Sin embargo, puedo decir que la imposibilidad de concebir que este grandioso y maravilloso universo, con estos seres conscientes que somos nosotros, se origine por azar, me parece el primer argumento a favor de la existencia de Dios; pero nunca he sido capaz de concluir si este argumento es realmente válido".

¡Hermosas palabras de un gran científico! Algo turba el hecho de que la ley de Boltzmann indica una tendencia al desorden mientras que la de Darwin indica una evolución en la que van apareciendo especies con cada vez mayor orden. Aunque en estas tendencias no se puede ver la menor contradicción de las leyes naturales, sí que provocan una cierta inquietud emocional. Boltzmann siempre tuvo una gran admiración y un gran respeto por la teoría de Darwin.

Capítulo 17

La muerte térmica del universo

Surgió la “teología natural” en la era romántica. Y con ella surgió el llamado “argumento entrópico” de la creación y la muerte del universo y la existencia de Dios. Esencialmente, el razonamiento, algo pueril, es como sigue: la entropía del universo siempre crece en cada proceso real. La entropía tiene un valor mínimo. Luego hubo un momento cero. Luego hubo una creación del universo. Luego Dios lo creó.

De igual forma que el universo habría tenido un principio, tendría que haber un final, correspondiente al valor máximo de entropía, al equilibrio termodinámico. Cuando se llegara a este equilibrio nada podría cambiar. La energía del universo no habría cambiado, pero sería una energía degradada al máximo. Sería la muerte térmica del universo. Desde luego, la vida no sería posible cuando se hubiera alcanzado la muerte térmica.

Fue Clausius quien primero llamó la atención sobre las consecuencias cosmológicas de la termodinámica cuando introdujo en 1865 el concepto de entropía, inicialmente denominada como Verwandlungseinhalt, algo así como “cantidad de transformación” (menos mal que él mismo le cambió el nombre). El segundo principio de la termodinámica era equivalente a afirmar que la entropía de un sistema aislado aumentaba siempre hasta alcanzar el equilibrio termodinámico. Como el universo es un sistema aislado, por definición, la entropía del universo siempre iría aumentando.

Hay que hacer notar, sin embargo, que en trabajos posteriores, Clausius evitaba emplear el razonamiento del aumento inexorable de entropía aplicado al mundo entero.

Discutió más profundamente Kelvin las implicaciones cosmológicas de la termodinámica. Aunque nunca usó la magnitud entropía, sus argumentos eran equivalentes: “[…] el resultado [final] sería inevitablemente un estado de reposo y muerte”. Además, Kelvin arguyó que de igual forma que se alcanzaría la muerte térmica,

“debería haber habido un principio […] Yendo hacia atrás en el tiempo, uno llega al principio, a un tiempo cero, más allá del cual los valores son imposibles”. Maxwell también respaldó este argumento entrópico.

No todos estaban de acuerdo, claro está. El principio del aumento de entropía no podía, decían, aplicarse a todo el universo. El más decidido oponente fue Ernst Mach (1838-1916): “Expresiones tales como ‘energía del mundo’ o ‘entropía del mundo’ son de alguna manera de naturaleza escolástica […] estos valores están indeterminados”.

Aunque Pierre Duhem (1861-1916) era católico devoto, tampoco estaba de acuerdo con el argumento entrópico. Decía que, aunque la entropía siempre crecía con el tiempo, tanto el tiempo como la entropía podían ir desde menos infinito a más infinito.

Pero se desencadenó una nueva confrontación encarnizada entre física y fe. Los físicos cristianos, como Maxwell y Kelvin, defendían un universo finito en el tiempo, y otros, además, defendían un universo finito en el tiempo y finito en el espacio. Pero en esto último de la finitud del espacio Kelvin era una excepción: “¿Qué opinaría usted de un Universo en el que usted pudiera viajar, una, diez, miles de millas, o incluso hasta California, y entonces encontrarse con un final? ¿Puede suponer un final de la materia o un final del espacio? La idea es incomprensible”.

Los materialistas ateos rechazaban el argumento entrópico, el principio del universo, su final y, por supuesto, que de todas estas ideas se pudiera deducir la existencia de Dios.

En su ayuda llegó el teorema del francés Henri Poincaré (1854-1912). Este teorema establecía que un sistema mecánico aislado volvería tarde o temprano a su estado inicial, o muy cercano a él, y de allí podía empezar otra vez. Pero se precisaba un sistema finito.

La irrupción de la mecánica estadística de Boltzmann introdujo nueva luz en la diatriba, estableciendo una nueva interpretación de la termodinámica clásica. La termodinámica nos dice, por ejemplo, que es imposible que se enfríe un poco el suelo y la energía

correspondiente se emplee en que la piedra salte a mi mano. La mecánica estadística sustituye la palabra “imposible” por la palabra “muy poco probable”. Es muy poco probable que se enfríe un poco el suelo y la piedra suba a mi mano.

Por de pronto, el número de microestados compatible con un macroestado tenía un valor mínimo: la unidad. La entropía se haría cero. La entropía tenía que ser positiva. Luego sí había un valor mínimo (el tercer principio de la termodinámica de establecer una entropía en el cero absoluto vendría después). Y algunos podrían deducir que a ese valor mínimo correspondía el tiempo cero, identificando este tiempo cero como el tiempo de creación del universo.

Y parecía que la mecánica estadística venía a reforzar la muerte térmica del universo, porque también predecía un futuro con máximo de entropía, correspondiente al equilibrio termodinámico. Pero el aumento de entropía se basaba en que los microestados estaban cambiando constantemente, de forma que la salida del equilibrio era forzosa aunque fuera por poco tiempo.

La refutación del argumento entrópico vino de la mano del mismo Boltzmann. En la cosmología de Boltzmann, el universo ya había llegado al equilibrio termodinámico, es decir, ya había llegado a la muerte térmica. Pero era una muerte con rebrotes de vitalidad. El equilibrio estadístico se caracteriza por fluctuaciones que se producen estadísticamente. Decía Boltzmann que el universo actual que observamos era una gigantesca fluctuación del equilibrio. Nació del equilibrio y al equilibrio volvería. Mientras se recuperaba el equilibrio, aquí estábamos aprovechándonos los seres vivos. Y estas fluctuaciones semejantes a las nuestras se podrían producir en cualquier otro rincón del universo y en cualquier tiempo.

Esta refutación tenía cierta relación con la idea actual de los multiversos.

Capítulo 18

El siglo de oro de la física

Con anterioridad, los físicos seguían las ideas religiosas de su país y su tiempo, más o menos heréticas o místicas y más o menos ateas o teístas. Ya hemos visto que esto es sólo una regla muy general, pues los físicos de todas las épocas no han tenido siempre una actitud pasiva en materia religiosa y ellos mismos han contribuido a trazar la relación del hombre con el espíritu. La física siempre ha estado a punto de despeñarse por los abismos de la filosofía y la teología, pero el lugar donde asomarse al precipicio ha estado próximo a las circunstancias que les ha tocado vivir.

Esta regla se rompió al irrumpir el siglo XX, en el que la física tuvo tal revolcón que las ideas teológicas de los físicos se disgregaron y adoptaron gran variedad de formas, más afines a sus descubrimientos que a la tradición.

Irrumpió la teoría de la relatividad, con sus desconcertantes pero sólidas consecuencias, que nos permitió pensar en el problema cosmológico con herramientas típicamente científicas. Se podía pensar cómo había nacido el universo y cómo había evolucionado. El principio del universo siempre desata la discusión sobre la existencia de Dios, por más que ya los pensadores cristianos san Agustín, santo Tomás y, en el siglo XX, el cosmólogo Lemaître, insistieron en la diferencia entre principio y creación.

Durante la mayor parte de la vida del universo, su tratamiento se convertía en un problema hidrodinámico. La misma ecuación de Boltzmann nos mostraba que el universo ha tenido una historia bastante compleja, que la existencia de planetas, estrellas y galaxias es algo relativamente reciente. Y para colmo de perplejidad, la astrofísica parecía deducir que el universo había empezado con un gran ¡pum!, un Big Bang. Y que la materia ordinaria, la materia que conocemos directamente y de la que estamos hechos y que no hace mucho se pensaba que lo era todo, no es más que una pequeña parte.

La relatividad volvió a empujarnos cerca de las plataformas para zambullirse en la filosofía. Transformó drásticamente la mecánica de Newton; mejor dicho, la relegó a casos cotidianos pero particulares. No olvidemos, sin embargo, que la mecánica newtoniana también era relativista, a través del principio de relatividad de Galileo, de tal forma que también se podría pensar que la relatividad de Einstein generalizó la antigua mecánica. No rompió con el electromagnetismo; muy al contrario, se basó en la validez de las ecuaciones de Maxwell para su desarrollo.

La mecánica cuántica nos hizo perder el sentido de la realidad. Nos llevó a pensar que no se puede medir sin modificar. Nos puso de manifiesto que no somos descubridores sino inventores de la realidad; que, para los sistemas pequeños sobre los que no tenemos intuición directa, hacemos modelos más que encontramos la verdad, que el modelo del átomo o de una partícula elemental no tiene por qué parecerse a nada, ni hemos de apoyarnos en ningún símil a escala humana.

No es de extrañar que la física nueva tropezara con la filosofía y esta con la teología. Muchas nuevas ideas llevaron a un gran desconcierto religioso. Cada físico adoptó su propia teología.

El poder militar de la física nunca pudo estar tan alto. De sus ecuaciones se deducía cómo se podía destruir el mundo. Los químicos en la primera y los físicos en la segunda decidieron en buena parte los resultados de las dos guerras mundiales. Estas espantosas guerras, así como la no menos espantosa llamada “gripe española”, debieron dejar huella profunda en la humanidad, y en los físicos en particular.

Además, se da la circunstancia, que quizá no sea casual, de que la mayoría de los grandes físicos del siglo XX tenían una buena preparación filosófica. En algunos casos, como los de Planck, Einstein, Heisenberg o Bohr, se trataba de una formación autodidacta, pero otros, como Schrödinger o Lemaître, tenían una formación específicamente académica.

La diversidad de creencias religiosas se movió entre el ateísmo más drástico, pasando por el agnosticismo, hasta la aceptación teísta. Recordemos que, al menos en la terminología de la Ilustración, un

teísta basaba sus creencias en la revelación y en la divina providencia. Al contrario, un deísta se basaba en la interpretación racional de la naturaleza. De este segundo podríamos hacer una distinción: los que buscaban a Dios en el universo, lo que podríamos llamar acercamiento telescópico, y los que lo buscaban en la perfección biológica, lo que podríamos llamar acercamiento microscópico. Einstein puede ser un buen ejemplo del primer caso, del acercamiento telescópico.

Capítulo 19

Einstein y ‘el Viejo’

Albert Einstein (1879-1955) no adoptó precisamente la religión del país donde nació ni la de la etnia a la que perteneció. Era judío, pero sus padres no eran fervorosos practicantes. De hecho, su primer colegio fue un colegio católico. Se sentía muy cerca de su pueblo hebreo desde el punto de vista afectivo, especialmente al ver lo cruelmente que fue masacrado por los nazis, pero no compartía su religión, ni sus costumbres ni sus ritos. Él se sentía “como un caracol sin concha” como miembro de la comunidad hebrea. Tampoco adoptó la religión de su país, porque no tenía país, porque fue lo más apátrida que puede ser un hombre. Nació con nacionalidad alemana, luego adoptó la suiza, en un periodo de tiempo no tuvo ninguna, luego la austrohúngara, luego nuevamente la alemana y finalmente la estadounidense.

No se pronunció mucho sobre sus creencias religiosas, aunque estaba continuamente acosado por periodistas y estos le preguntaban frecuentemente sobre su creencia en la existencia de Dios. Evitaba la respuesta porque sus palabras eran celebradas y tergiversadas tanto por los más fanáticos creyentes como por los más fanáticos ateos. Evadía a veces la pregunta con su particular sentido del humor: “Soy un no creyente profundamente religioso”. Pero en varias ocasiones sí se pronunció y confesó su forma de entender la religión.

No seguía la religión judía ni ninguna de las formas de la religión cristiana, ni creía en un Dios antropomorfo que premiara a los buenos y castigara a los malos, ni creía en un Dios que le asegurara la inmortalidad, ni creía en la revelación ni en la oración. Y sin embargo, sí creía en un Dios que había creado el universo, en el autor de la elegancia y perfección de las leyes de la física. Creía en un universo que se podía “comprender” y sobre el que, muchas veces en su vida, él mismo había escrito sus ecuaciones, que le ocupaban menos de una cuartilla.

Él decía que creía en el Dios del judío sefardí Baruch Spinoza

(1632-1677). La religión de Spinoza ha sido catalogada como panteísta: la creencia en que la naturaleza es Dios. Sin embargo, a partir de las declaraciones de Einstein, se podría deducir que la religión de este no era panteísta. Dios no era el universo. Era lo "otro", lo que lo había generado.

Parece haber una contradicción en sus declaraciones. Por una parte, Einstein dijo que su religión era la religión de Spinoza, y Spinoza era panteísta, ergo Einstein era panteísta. Por otra parte, sin embargo, él mismo dijo: "No soy ateo, y no creo que pueda llamarme a mí mismo panteísta". Esta aparente contradicción puede explicarse como lo hace Helge Kragh en su Matter and Spirit in the Universe:

Cuando a Einstein no obstante se le describe como panteísta cósmico es porque expresó frecuentemente su admiración por los pensamientos de Spinoza. Lo que encontraba atractivo en Spinoza no era, sin embargo, panteísmo en su sentido general de una naturaleza divina, o que Dios y el Cosmos no eran más que lo mismo, sino, más bien, la insistencia del filósofo judío en un universo reglamentado y armonioso gobernado por leyes estrictamente deterministas de tal forma que pudieran ser comprendidas por el hombre […] A veces él habló sobre ellas [las cualidades del mundo] como si reflejaban la existencia de un ser supremo, una especie de Dios, quizá, pero en tal caso como un Dios abstracto y anti-antropomorfo.

Einstein no era ateo, ni agnóstico, ni panteísta, ni tampoco fiel a ninguna religión establecida. Su Dios no era el universo; su idea de Dios venía de su estudio del universo. Todo esto es algo raro, pero no tan raro. Raro, lo reamente raro, para un científico de su tiempo, es que sus ideas religiosas influían en su trabajo diario de generar física.

Cuando se refería a Dios, a veces le llamaba "el Viejo". Cuando esto se lee, lo primero que se piensa es en la socarronería de Einstein. Pero en ocasiones se refería a cómo el Viejo había hecho o no las

cosas cuando quería rebatir algún argumento con lo que ni él estaba de acuerdo ni el Viejo lo estaría. O recordemos su mil veces repetida frase: “Dios no juega a los dados”, con lo cual mostraba su disconformidad con la evolución que iba adquiriendo la física cuántica. Esta última frase de Einstein suena mucho mejor en alemán: Gott würfelt nicht. Recordemos también su famosa frase: Raffiniert is der Herrgott, aber boshaft ist er nicht, que se traduciría como “Dios es sutil, pero malicioso no lo es”.

Se trata de sus bromas, pero… ¿qué hay detrás de estas bromas? Él mismo nos lo diría abiertamente: “Cuando juzgo una teoría me pregunto si, en el caso de que yo fuera Dios, habría dispuesto el mundo de esta manera”. Nos recuerda la opinión, probablemente apócrifa, de Alfonso X el Sabio, ya citada antes.

“Tratar de comprender las leyes de la naturaleza es tratar de comprender la obra de Dios; ya lo decía santo Tomás de Aquino”.

En una ocasión, un periodista le preguntó incrédulo: “¿No es usted ateo?”, a lo que Einstein contestó:

No soy ateo […] Estamos en la situación de un niño pequeño que entra en una enorme biblioteca llena de libros en muchas lenguas. El niño sabe que alguien debe haber escrito esos libros. No sabe cómo. No entiende las lenguas en la que están escritos. El niño sospecha vagamente que hay un orden misterioso en la disposición de los libros, pero no sabe cuál es. Esa, me parece, es la actitud más inteligente del ser humano ante Dios. Vemos que el Universo está maravillosamente dispuesto y que obedece a ciertas leyes, pero solamente comprendemos esas leyes vagamente.

El periodista debió quedar además de incrédulo, confuso. A continuación le preguntó si creía que Cristo había sido realmente una figura histórica y, aunque él tampoco creía que Cristo fuera Dios, fue su contestación: “¡Sin duda alguna! Me siento cautivado por la luminosa figura del Nazareno. Nadie puede leer los Evangelios sin sentir la presencia real de Jesús. Él personalmente

palpita en cada palabra. Ningún mito está tan lleno de vida". Citemos algunas de sus frases para entrever su sentido de la religión: decía que sentía "reverencia por el orden trascendente que había descubierto en su trabajo científico". O también: "Trate de penetrar con nuestros limitados medios los secretos de la naturaleza y se encontrará con que, detrás de todas las leyes y conexiones discernibles, sigue habiendo algo sutil, intangible e inexplicable. La generación por esta fuerza va más allá de todo lo que podemos comprender; es mi religión. Y en esa medida ciertamente soy religioso".

Einstein fue estudiado en cada minuto de su vida (lo que debe ser horrible) y lo sigue siendo tras su muerte. Cada una de sus frases sobre la religión ha sido discutida una y mil veces, y ni qué decir tiene que es objeto de variadísimas interpretaciones. Su concepto de Dios no podía ser una excepción.

Capítulo 20

Planck y el origen de la cuántica

Max Planck (1858-1947) era un hombre criado en un mundo culto y nacionalista, y él siguió la tradición de su familia. Era profundamente religioso, y la hondura de su amor a Dios fue acentuándose según se fue haciendo más y más viejo. Pero nunca fue dogmático. Fue conciliador en un mundo donde esto era prácticamente imposible, y su consideración como líder de la ciencia alemana le llevó a un enfrentamiento directo con el mismísimo Hitler, al querer evitar la expulsión de los científicos judíos.

Tocaba a diario el piano e incluso componía. Pero si traemos aquí su figura, no es por decir cómo era Planck y qué hizo, sino por su interés por la filosofía y por la teología.

Como filósofo tomó el relevo de Boltzmann en su enfrentamiento con el positivismo antiatomista encarnado por Mach. De su teología no hay mucho que decir, porque no era personal sino más bien heredada a través de su educación y sentida en su interior como parte esencial de su forma de ser.

Pensaba que el empirismo era una ideología muy difícil de rebatir, pero había que desecharla porque no tenía resultados, no daba frutos. Era muy objetiva pero bastante estéril. Pero tras el desarrollo de la mecánica cuántica rebrotó un viejo problema: el determinismo, que tan bien acaudillara Laplace, y sus consecuencias en torno al libre albedrío humano y la moralidad. Las nuevas leyes de la mecánica cuántica no eran “tan” deterministas como las de Newton ni como las relativistas de Einstein. Entrecomillamos ese “tan” porque el azar cuántico sí estaba regido por leyes deterministas, concretamente por la ecuación de Schrödinger; los aspectos probabilistas aparecían en la operación de medida.

Ernst Pascual Jordan (1902-1980), era uno de los tres hombres, junto a Max Born (1882-1970) y Werner Heisenberg (1901-1976), que tanto contribuyeron desde Gotinga al desarrollo de la nueva

física cuántica. Era descendiente de un noble español, Pascual Jordá, de Alcoy. Aparece en esta historia porque propuso que la aleatoriedad cuántica podía ser el "escondrijo" de la libertad humana. En realidad, era una tesis tan pesimista como la del determinismo estricto, porque tan insufrible es pensar que no somos dueños de nuestras propias decisiones como pensar que nuestras decisiones son producto del azar.

Planck, como Einstein y como Schrödinger, se oponía a la interpretación "de Copenhague" de la mecánica cuántica de Niels Bohr (1885-1962), Heisenberg, Max Born y otros. Para ellos la aleatoriedad cuántica era el resultado de leyes deterministas a un nivel más profundo que estaba aún por descubrir. Sin embargo, ha pasado ya mucho tiempo y ese determinismo profundo no ha emergido. Se enfrentaba Planck así a su mismo dilema: ¿Somos "autónomos inanimados en las manos de una ley de hierro de la causalidad? […] Entre toda la secuencia causal de los fenómenos naturales, ¿hay lugar para el acto libre y responsable de voluntad del individuo?".

¿Cómo podía sintonizar su fe con el principio de la causalidad y el determinismo? Diferenciaba entre la persona como objeto y la persona como sujeto. La psicología sería la ciencia encargada de estudiar a la persona como objeto. Pero sería muy distinto si yo, como sujeto, estudio a yo, como objeto. No se puede estudiar la herramienta con que nos valemos para estudiarnos. El ojo no puede verse a sí mismo. No podemos predecirnos a nosotros mismos. Aunque ingenuamente cabría dudar de esta reflexión, pensando que un hombre objeto debe ser muy parecido al hombre sujeto que soy "yo".

Para Planck la fe y la ciencia no sólo eran compatibles sino complementarias. Ambas tenían el mismo objetivo: el ser supremo. La ciencia cumplía su labor lentamente y aún no había concluido, mientras que la religión nos mostraba a Dios directamente desde el principio. Sin embargo rechazaba los ritos religiosos del hombre ingenuo de una confesión concreta, aunque los respetaba como testigos tradicionales de un sentimiento real. En opinión de Planck, "la victoria del ateísmo no solo destruiría los tesoros más valiosos de nuestra civilización sino, lo que aún es peor, aniquilaría la

esperanza de un futuro mejor”.

Capítulo 21

Dirac y la belleza matemática

La creencia en Dios de Einstein, al estar basada en la sorprendente posibilidad de una descripción del universo con leyes filosófica y físicamente hermosas, no es exactamente panteísta, siendo el panteísmo la religión que identifica a Dios con el universo. Tampoco debe ser considerada como panteísta la creencia en que las leyes de la naturaleza han de ser matemáticamente hermosas para ser verídicas. Este era el caso del gran físico y matemático Paul Dirac (1902-1984). Tratándose de uno de los genios más indiscutibles de la historia, es natural que nos preocupemos aquí por sus creencias religiosas.

No es fácil, porque no le gustaba demasiado hablar del tema. En realidad, no le gustaba hablar de casi nada que no fuera de física o de matemáticas, limitándose a simplificar sus opiniones con un "sí", un "no" o un "no lo sé". Además, sus opiniones parecen a veces, si no contradictorias, difíciles de encajar en un esquema simple. Puede que esto sea un efecto de la evolución de sus pensamientos a lo largo de su vida.

Inicialmente era ateo convencido. Estando con Heisenberg y Wolfgang Pauli (1900-1958), tras afirmar Dirac su ateísmo, este segundo comentó: "Dios no existe y Dirac es su profeta", ante lo cual todos rieron, incluso el propio Dirac.

Así se expresaba en su veneración a la belleza matemática de la naturaleza:

El investigador en sus esfuerzos para expresar las leyes de la naturaleza en forma matemática, debe perseguir sobre todo la belleza matemática. La simplicidad debería tenerla en cuenta de forma subordinada a la belleza matemática… Sucede con frecuencia que los requisitos de simplicidad y belleza son los mismos, pero esta última debe tener preferencia allí donde entren en conflicto.

Él tendría su concepto de belleza matemática que no le sería fácil transmitir. Cuando le preguntaron que si habría que rechazar la teoría de la relatividad si se llevara a cabo un experimento que la contradijera, dijo que no, que eso era imposible:

Quienquiera que sepa valorar la armonía fundamental existente entre el devenir del Universo y los grandes principios matemáticos tiene que comprender que una teoría dotada de la belleza y la elegancia de la de Einstein tiene que ser correcta. La eventual aparición de una discrepancia en alguna de sus aplicaciones tiene que obedecer a alguna circunstancia que no se ha tomado adecuadamente en consideración pero no puede atribuirse a los principios generales de la teoría.

Compartía la "creencia" en la belleza de las leyes de la naturaleza con muchos grandes científicos:

Schrödinger y yo teníamos gran aprecio por la belleza matemática […] que dominó todo nuestro trabajo. Para nosotros era una especie de dogma de fe que todas las ecuaciones que describieran las leyes fundamentales de la naturaleza debían poseer una gran belleza matemática. Era una especie de religión para nosotros, una religión muy provechosa a la que adherirse, y puede considerarse la base de nuestro éxito.

También compartía esta idea con Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995), que escribió todo un libro, Verdad y belleza, y del que fue amigo cuando este estaba en Cambridge. Decía Dirac:

Parece que uno de los rasgos fundamentales de la naturaleza es que

las leyes físicas fundamentales se describen en términos de una teoría matemática de gran belleza y poder, para comprenderla se necesita una norma muy elevada de matemáticas […] Uno quizás pudiera describir la situación diciendo que Dios es un matemático de máximo nivel, y que Él usó matemática muy avanzada al construir el universo.

Acabó perteneciendo a la Academia de Ciencias del Vaticano cuando era Lemaître su presidente. Preguntó Dirac a Lemaître cuál era la ciencia que más se aproximaba a Dios, esperando, probablemente, que le contestara que la cosmología. Sin embargo, el clérigo sabio le respondió que era la psicología.

En una conferencia en Lindau, ya con unos 70 años, sorprendió al público diciendo que la existencia de Dios era uno de los cuatro problemas fundamentales de la física. Ligaba este "problema" a la existencia de la vida, pensando que si la vida podía explicarse en términos probabilísticos, la hipótesis de Dios sería innecesaria. "Si la vida puede comenzar muy fácilmente y no necesita influencia divina, entonces diría que no hay Dios". Este comentario es muy interesante y nos servirá para dar entrada a una sección posterior sobre el microscopio y Dios.

Capítulo 22

El telescopio y Dios. Lemaître

Está claro que no todos veían lo mismo en el universo. Incluso se generó una contienda fragorosa entre ateísmo y fe, que saltó a los medios y tuvo en vilo a una multitud expectante de saber qué emergía de los últimos descubrimientos cosmológicos sobre Dios. Esta contienda la libraron especialmente dos grandes astrónomos: el inglés Fred Hoyle (1915-2001) y el belga George Lemaître (1894-1966).

Por entonces era unánimemente aceptado el llamado principio cosmológico, que, en román paladino, significa que cuando observamos el universo a la mayor escala posible, todos los lugares son equivalentes: en todos hay la misma temperatura, la misma densidad, la misma composición química, etc. Estuviéramos en el lugar del universo que fuera, siempre veríamos lo mismo. No hay puntos privilegiados. No hay puntos excepcionales desde donde observar. De donde se deduce que no está la Tierra en el centro del universo, sencillamente porque no hay ningún centro del universo; y de igual manera, no hay ningún borde del universo. El enunciado de este principio cosmológico se remonta a Giordano Bruno. Tanto Hoyle como Lemaître lo aceptaban, como lo aceptaban la mayoría de los cosmólogos (y lo siguen aceptando).

Al aplicar la teoría de la relatividad, recién propuesta por Einstein, a todo el universo, se deducía que el universo estaba en expansión. A esta conclusión llegaron primero el ruso Aleksandr Friedmann (1888-1925) y después, independientemente, Lemaître. La expansión suponía un comienzo temporal del universo. Friedmann se atrevió a hablar de “creación” y Lemaître de un núcleo primitivo con una masa igual a la masa del universo; él pensó que este átomo primitivo estaba formado por una gran cantidad de neutrones, lo que llamó isótopo del neutrón[3]. Concibió Lemaître este isótopo del neutrón porque con su desintegración se obtenían el protón y el electrón, con lo que se disponía de las tres partículas que componen la materia ordinaria. Hay que decir, sin embargo, que en la concepción actual del Big Bang no se habla ya ni de “creación” ni

del “átomo primitivo”.

Si esta expansión existía o no, si era quimera de teóricos o algo comprobable con telescopios, podría ser algo observable. Y efectivamente, pronto se comprobó que el universo sí estaba en expansión. Fue precisamente el teórico relativista Lemaître quien lo puso de manifiesto. Tradicionalmente este mérito se atribuye a Edwin Hubble (1889-1953), pero hoy está demostrado que fue Lemaître quien lo logró con datos reales, aunque ajenos. De hecho, la ley de Hubble de la expansión ha pasado a llamarse ley de Hubble-Lemaître.

La conclusión se obtenía nítidamente tanto con la teoría como con la observación: el universo estaba en expansión. Se trataba de una expansión de la métrica del universo más que de un alejamiento real de las galaxias. Si había salido el universo de un núcleo primitivo, es que había habido una explosión inicial. A Hoyle esta explosión le pareció absurda, tan absurda que para ridiculizarla la llamó “Big Bang” en un programa de la BBC; y con este nombre se quedó: la teoría del Big Bang.

Pero ¿cómo plantear una teoría alternativa a este modelo tan aparentemente extraño? En lugar de renunciar al principio cosmológico, lo extendieron. Propusieron la llamada teoría del “estado estacionario”. Este principio cosmológico extendido, o principio cosmológico perfecto, además de decir que todos los lugares del universo son iguales, extiende esta propiedad al tiempo. Todos los instantes del universo son equivalentes. Si “nos metieran” en el universo en cualquier momento de la eternidad, siempre veríamos lo mismo, la misma temperatura, la misma densidad, la misma composición química, etc.

Este modelo de universo fue propuesto por Hoyle y sus amigos Hermann Bondi (1919-2005) y Thomas Gold (1920-2004). Lo primero que tenía que aclarar este modelo era la siguiente paradoja: si el universo estaba en expansión, la densidad tendría que ir disminuyendo. Salvaban sus autores esta paradoja admitiendo una creación continua de materia para compensar su pérdida por expansión.

La discusión la podemos centrar en sus dos protagonistas más

tenaces: ¿Lemaître o Hoyle? ¿Big Bang o estado estacionario? Las observaciones dieron la razón al primero, pero mientras las observaciones se decantaban por desnivelar la balanza, pasó un tiempo en el que la discusión saltó a la calle. Y saltó como una disyuntiva religiosa: parecía que el Big Bang era la demostración de que el universo había sido creado. El estado estacionario no suponía un origen de tiempo: no parecía implicar un acto de creación.

Para colmo, Hoyle era ateo y Lemaître no sólo era creyente, sino que era ¡un sacerdote! El Big Bang se interpretaba en la calle como la teoría de los creyentes; el estado estacionario como la teoría de los ateos.

Las observaciones acabaron dando la razón a la teoría del Big Bang, pero esto no resolvió el conflicto entre ciencia y fe. Siguió habiendo ateos. En realidad, la disyuntiva estaba planteada en términos muy simplistas. Baste con decir que, como ya habían dicho san Agustín y santo Tomás, y ahora lo recordaba el magnífico físico Lemaître, una cosa es creación y otra principio, cuando estamos hablando del universo. El mismo Lemaître rogaba al papa que no repitiera tanto que él había demostrado la existencia de Dios. Él no había demostrado tal cosa, si bien es cierto que fue un buen creyente toda su vida, antes y después del gran debate.

Lemaître de joven pensó que se podía llegar al conocimiento de la existencia de Dios por dos vías: la teología y la física. Y eligió seguir las dos. Hoyle era muy polemista y provocador, gran divulgador familiarizado con los micrófonos y la letra impresa y se encargó de incendiar la opinión pública.

A Lemaître no le gustaba mezclar estas dos vías. Cuando hacía cosmología, hacía cosmología; cuando hablaba con Dios, hablaba con Dios. Pero estas dicotomías del pensamiento no son tan sencillas de mantener en el único cerebro que tenemos. Van den Bergh (n. 1929) nos decía que, en agosto de 1961, Georges Lemaître “me dijo (con un brillo en los ojos) que, siendo él cura, sentía una ligera inclinación a favor de la idea de que el universo hubiera sido creado”. Seguramente, en opinión de Van der Bergh, “debiera haber sido por tanto un placer especial para él haber sido el primero en encontrar la evidencia de la expansión del universo tanto teórica como observacionalmente”.

Este gran debate entre ciencia y fe, que se añadía tan candente y atractivo como el del proceso de Galileo y como el de la revolución darwiniana, sirvió para mejorar los medios de observación y hacer avanzar la cosmología, pero a unos les sigue pareciendo que Dios existe y a otros que no. El telescopio no parece haber resuelto la gran duda. Ha habido después grandes científicos ateos como H. Bethe (1906-2005) o S. Chandrasekhar, agnósticos como E. Fermi (n. 1954) o creyentes como los cuáqueros Arthur Eddington (1882-1944) y Susan Jocelyn Bell (n. 1943), o Planck o Einstein.

El caso de Chandrasekhar merece una atención especial por dos motivos. El primero, que era declaradamente ateo y, paradójicamente, seguía fielmente la religión hinduista. Él decía que el hinduismo era una religión tan abierta que admitía incluso el ateísmo como una de sus posibles actitudes. Él seguía todos los preceptos del hinduismo; por ejemplo, era estrictamente vegetariano, no por motivos personales sino religiosos, como lo hacían en su casta original. El otro motivo es que fue marginado por su origen y su color. Este tipo de discriminación está ligada con formas perversas de entender la religión y la cultura. Su vida transcurrió entre la India, Inglaterra y Estados Unidos. Sufrió discriminación en su tierra (por parte de los ingleses que la ocupaban), no la sufrió en Cambridge, pero sí nuevamente en Chicago.

La teoría del Big Bang vino a reforzarse por el cálculo de George Gamow (1904-1968) y su escuela de la nucleosíntesis primigenia, que llegó a la predicción del CMB (fondo cósmico de microondas). El CMB es una radiación emitida cuando el universo tenía unos 380.000 años y que nos informa hoy de una alta temperatura cuando se emitió, imposible de explicar con la teoría del estado estacionario. Gamow era muy burlón y de él se cuentan muchas anécdotas. Sobre Hoyle y su teoría de la nucleosíntesis estelar, comentó:

Dios dijo: que Hoyle sea. Y Hoyle fue hecho. Y Dios le miró y le pidió que creara los elementos pesados como le complaciera. Y Hoyle decidió hacer los elementos pesados dentro de las estrellas, y esparcirlos utilizando las explosiones de supernovas [...] Y así, con la ayuda de Dios, Hoyle hizo los elementos pesados, pero todo

acabó siendo tan complicado que hoy día ni Hoyle, ni Dios, ni nadie, es capaz de averiguar exactamente cómo se originaron.

Capítulo 23

El microscopio y Dios. Hoyle

Recordemos que la interpretación mecano-estadística conllevaba un cambio de lenguaje con respecto a la termodinámica clásica. Soltamos una piedra, su energía potencial se convierte en cinética y esta se invierte en calentar la Tierra. El proceso inverso sería que la Tierra se enfriara un poco dando a la piedra energía cinética, que se convertiría en energía potencial, y la piedra acabara en mi mano. Dice la termodinámica que esto es imposible. La mecánica estadística, que esto es muy improbable. En un proceso en un sistema aislado la entropía siempre aumenta, dice la termodinámica. La mecánica estadística dice que sí puede disminuir, pero que es muy improbable. Esto es bien sabido.

Pero hay otro aspecto complementario que se ignora frecuentemente. La existencia de la vida no contraviene en absoluto el segundo principio, eso está claro. La entropía en un ser vivo nuevo disminuye, pero la del entorno crece. No se compensan y la entropía del universo crece. Pero no todo lo que no contraviene el segundo principio tiene que realizarse en la naturaleza. Además de tener la bendición del segundo principio de termodinámica, un hecho real ha de ser probable.

Esto significa que no podemos conformarnos con decir que la vida es posible según la termodinámica. Esto no nos exonera de calcular la probabilidad de que exista. El hecho de que sepamos que sí existe no debe sernos suficiente. Es preciso que los físicos demuestren numéricamente que la selección natural darwinista es probable. Un gato tiene gran complejidad, es decir, bajísima entropía específica. No basta con decir que para formar un gato, por muy improbable que sea, tenemos mucho tiempo para conseguirlo. Hay que hacer números y decir cuánto tiempo se necesita.

En definitiva, algunos físicos han dudado, basados en la perfección de los organismos vivos, de que el proceso de selección natural en la evolución sea el mecanismo único de selección. Se trata de resurgimientos de la idea de William Paley (1743-1805) de que la

complejidad de la vida es el mejor argumento de la existencia de Dios. Hoy la teoría de la evolución y el mecanismo de la selección natural de Darwin es admitido casi unánimemente, pero quizá esté necesitado de un cálculo entrópico que la complete. Decía Paley en su Teología natural:

Al observar un mecanismo tan sencillo como un reloj a nadie se le ocurre dudar que éste es el producto de una creación, que es el resultado de un trabajo intencional. A ninguna persona en su sano juicio se le puede ocurrir pensar que un mecanismo como el del reloj, con sus engranajes dentados, su solenoide y su bobina dispuestos de manera precisa entre sí para funcionar y medir el tiempo es consecuencia de una sucesión de casualidades que, progresivamente, han ido dando forma a sus partes y que, además, han dado con el acople entre sí de dichas partes para dar con la función deseada. ¡Nadie que no esté loco puede pensar que un reloj es consecuencia del azar! Así pues, ¿quién puede pensar que un organismo como el humano, mucho más complejo que el de un reloj, es producto del azar? A ninguna persona razonable se le puede ocurrir negar que todo ser vivo, con sus partes dispuestas entre sí idóneamente, cada una cumpliendo su función, su finalidad, interdependientes entre sí, es el producto de un artesano sumamente hábil y poderoso que nos concibió. Nadie en su sano juicio puede dudar que somos criaturas de Dios.

En realidad, la idea no era nueva. Por ejemplo, el irlandés afincado en Inglaterra Robert Boyle (1627-1691) sostenía que: “Las maravillosas capacidades de los animales y los hombres demuestran que fueron concebidas por un creador benevolente”. Incluso Newton se sorprendía de que los animales estuvieran hechos “con tanto arte”.

Paley es tenido como el paladín defensor de la teleología, hoy muy desacreditada. La teleología es la corriente filosófica que supone que hay un fin preestablecido en la evolución. Aunque hoy la aceptación de que la selección natural es el mecanismo de la evolución darwiniana es unánime, hemos de resaltar aquí los

aspectos históricos en torno a esta cuestión antes de que se asentara definitivamente. Hoy se piensa que la selección natural es el relojero de los relojes animales.

El astrónomo más polemista defendiendo la improbabilidad de la vida surgida por procesos naturales podría haber sido un creyente. Sin embargo fue el ateo Fred Hoyle. Ponía objeciones al darwinismo: “El creer que la primera célula se originó por casualidad es como creer que un tornado que pasara por un depósito de partes de aviones pudiera ensamblar un Boeing 747”. O aún más drástica sería su opinión de que “la vida no pudo producirse por casualidad”. Según Hoyle, los biólogos estaban tan preparados para combatir concepciones acientíficas, como el creacionismo, que impedían la discusión en términos realmente científicos.

Quizá se podría aliviar el problema de la improbabilidad de la vida si esta hubiera podido generarse en otro planeta extrasolar y propagarse a otros planetas extrasolares y también al nuestro. Hoyle defendía esta teoría de la panspermia, junto con C. Wickramasinghe (n. 1939), aunque tenía otros precursores. La probabilidad de formación de vida podría entonces multiplicarse por el número de planetas habitables.

La palabra “planeta habitable” se usa hoy con cierta subjetividad y ligereza por muchos astrónomos. ¿Qué es un planeta habitable? Con toda seguridad no basta para ser habitable simplemente tener agua líquida. Y entonces surge la gran pregunta, ¿qué es la vida? Se lo preguntamos al físico que más ha profundizado en esta cuestión, a E. Schrödinger.

Capítulo 24

Schrödinger y la vida

El austriaco Erwin Schrödinger (1887-1961), además de formular la mecánica ondulatoria y otras muchas decisivas contribuciones a la mecánica cuántica, además de concebir su famoso gato, del que todo el mundo ha oído hablar, era una persona de gran curiosidad y mirada profunda que le permitieron abordar multitud de temas variopintos. Fue un gran filósofo. Uno de los temas que consideró quedó escrito en su pequeño pero extraordinario libro, ¿Qué es la vida?, que fue escrito a partir de unas conferencias cuando vivía en Dublín en la última etapa de su vida.

Los trabajos que valieron el Nobel a Watson (n. 1928) y a Crick (1916-2004), según contaron ellos mismos, tuvieron muy en cuenta este libro. Según Watson, Schrödinger "propuso elegantemente la creencia de que los genes eran los componentes clave de las células vivas y que para entender lo que es la vida, se tiene que entender cómo actúan los genes". Más crítico fue Crick: "Sólo después llegué a ver sus limitaciones —como muchos físicos, no sabía nada de química". Sin embargo, Dirac opinaba que la obra de Schrödinger "tenía mucho de física y todo de química".

En un átomo, por ejemplo el de hidrógeno, el electrón sólo puede tener valores discretos de su energía. La agitación térmica no puede sacar al electrón de su estado fundamental. Hace falta una energía mínima. De igual modo, la estabilidad de las moléculas más comunes se mantiene porque es precisa una energía W muy superior a la energía de agitación térmica kT. Es un efecto cuántico. Hay moléculas isómeras, formadas por los mismos átomos pero con colocación diferente dentro de la molécula. Para pasar de una molécula a otra isómera hace falta también un salto cuántico de energía W. Las mutaciones consistirían en isomerías de la molécula del gen. De nuevo hace falta un alto valor del cociente W/kT. Su variabilidad, si no fuera por este salto cuántico, no podría resistir tanta duplicación en la formación de un organismo ni podría servir para la perpetuación de una especie.

Así que Schrödinger decía: “Podríamos llamar a la teoría de la mutación, de forma figurada, la teoría cuántica de la biología […] Las mutaciones se deben, de hecho, a saltos cuánticos en las moléculas del gen”.

Hay cierto parecido entre un cristal y la molécula de un gen. Ambos tienen una baja entropía, tan baja que podríamos considerarlas inmunes a la agitación térmica, lo que es equivalente a decir que ambas pueden considerarse en el cero absoluto de temperatura, sistemas con entropía nula. La diferencia es que el cristal tiene muy poca información y el gen mucha. Por eso decía que el gen es un sólido aperiódico, entendiendo por sólido no una masa amorfa, sino con estructura cristalina: “El organismo vivo parece un sistema macroscópico cuyo comportamiento, en parte, se aproxima a la conducta puramente mecánica (en contraste con la conducta termodinámica) a la que tienden todos los sistemas cuando la temperatura se aproxima al cero absoluto y se elimina el desorden molecular”.

Las leyes físicas de los sistemas macroscópicos son en general de tipo “estadístico”, basadas en las leyes “mecánicas” del comportamiento de los átomos, cuando estos son un número enorme, del orden del número de Avogadro ($6x10^{23}$ mol-1). La excepción es la vida, pues la exactitud de sus duplicaciones exige un comportamiento mecánico; en palabras de Schrödinger: “La clave para el entendimiento de la vida es que está basada en un puro mecanismo, una especie de máquina de relojería”. O también: “La dislocación de tan solo unos pocos átomos […] de la célula germen basta para producir un cambio bien definido en las características hereditarias del organismo”.

El comportamiento de la vida no sólo ha de cumplir las leyes establecidas por la física, sino que además debe de ajustarse a otras adicionales por descubrir: “A partir de todo lo que hemos aprendido sobre la materia viva, debemos estar dispuestos a encontrar que funciona de una manera que no puede reducirse a las leyes ordinarias de la física”. O también: “No debe desanimarnos que tengamos dificultad en interpretar la vida por medio de las leyes ordinarias de la física”.

Termina este delicioso libro con dos frases inesperadas en el

contexto de la física y la biología actuales: “Consideremos si la deducción anterior no es acaso la más aproximada que un biólogo puede alcanzar para comprobar a la vez la existencia de Dios y la inmortalidad”. La otra que destacamos, que prueba la fe religiosa de Schrödinger, es que la vida es “la más fina y precisa obra maestra conseguida por la mecánica cuántica del Señor”.

Capítulo 25

Heisenberg, el ‘boy scout’

Así le decía su amigo Wolfgang Pauli, “boy scout”, porque efectivamente lo fue en su juventud; en una juventud en la que compaginaba el excursionismo, el ajedrez, el piano y una física sublime. Y el apodo asignado por Pauli nos introduce en su forma de ser y, por tanto, en su concepción religiosa.

Heisenberg (1901-1976) era luterano, perteneciente a la Iglesia evangelista; así le educaron y así educó a sus muchos hijos, en el espíritu del cristianismo. En su juventud fue creyente por su inocencia innata. En su vejez, justificado por sus amplios conocimientos filosóficos.

En 1958 escribió Física y filosofía, modelo de claridad de expresión y de pensamiento. Apreciaba que desde Galileo hasta el siglo XIX había ido ganando un escepticismo o una indiferencia por la religión basada en el auge de la ciencia. Inicialmente, la revelación y la ciencia eran dos caminos independientes para llegar a Dios. La revelación era más imprecisa porque la Biblia, escrita por hombres, era una fuente de errores. Con la naturaleza, Dios se manifestaba directamente. Poco a poco se fue sobrevalorando el conocimiento científico en detrimento del sentimiento religioso. Más todavía en el siglo XIX, cuando, debido al desarrollo industrial, más que descubrir cómo era la naturaleza, se buscaba cómo se podía aprovecharla. En la cultura se apreciaba una creciente hostilidad hacia la ciencia, que Heisenberg no compartía. “En el proceso de idealización y definición precisa se pierde conexión con la realidad”. El lenguaje natural conservaba esta conexión y no cambiaba excesivamente con los logros de la relatividad o de la cuántica:

Teniendo en cuenta la estabilidad intrínseca de los conceptos del lenguaje natural en el proceso del desarrollo científico, se ve que […] nuestra actitud sobre los conceptos como mente, alma humana, vida o Dios no son diferentes que los del siglo XIX, porque estos

conceptos que pertenecen al lenguaje natural tienen, por tanto, conexión inmediata con la realidad. Es verdad que apreciamos que estos conceptos no están bien definidos en el sentido científico y que su aplicación puede conducir a varias contradicciones y, por ahora, debemos tomarlos sin analizar, como son; aun así, todavía sabemos que contactan con la realidad.

O, también: “Los conceptos científicos existentes cubren siempre solo una parte muy limitada de la realidad”. La física moderna, al introducir ambigüedad sobre conceptos antes tan claros como materia, espacio, tiempo, causalidad, etc., había “abierto quizá la puerta a una visión más amplia sobre la relación entre la mente humana y la realidad”.

Cuando esto decía no se limitaba a defender sus propias ideas religiosas luteranas, sino cualquier otra perteneciente a otras culturas y otras tradiciones. “La apertura de la física moderna puede ayudar en cierto modo a reconciliar las tradiciones antiguas con las nuevas tendencias del pensamiento”. Proponía una unificación para favorecer tanto la paz como la cultura.

No en excesivas ocasiones manifestó su fe, pero en las que lo hizo, Heisenberg fue contundente: “El primer sorbo de la copa de la ciencia te vuelve ateo, pero en el fondo del vaso Dios te está esperando”.

En la historia de la ciencia, desde el famoso juicio de Galileo, ha sido afirmado en repetidas ocasiones que la verdad científica no puede reconciliarse con la interpretación religiosa del mundo. Aunque ahora estoy convencido de que la verdad científica es inexpugnable en su propio campo, nunca he encontrado que sea posible descartar el contenido del pensamiento religioso como una simple parte de una fase pasada de moda en la conciencia de la humanidad, una parte a la que tengamos que renunciar de ahora en adelante.

La religión era para Heisenberg la base de la ética: “Donde no se dejan ideales que guíen, que señalen el camino, la escala de valores desaparece y con ella el significado de nuestros actos y sufrimientos, y al final sólo puede venir la negación y la desesperación”. Para interpretar esta frase suya hay que tener presente que la Segunda Guerra Mundial había sometido el alma de Heisenberg a una espantosa prueba, perseguido primero por los científicos nazis más fanáticos, como Johannes Stark (1874-1957), asumiendo después la responsabilidad de desarrollar una bomba atómica alemana, incomprendido por un anciano Bohr, antes su maestro y buen amigo.

Cuando buscaba concentración para su original desarrollo de la ciencia, se refugiaba en la naturaleza más bravía, se subía a peñascos imposibles en condiciones atmosféricas hostiles y allí buscaba la verdad el “boy scout”.

Capítulo 26

Algunos otros físicos del siglo XX

Por su fama y trascendencia en los medios de comunicación, estamos obligados a hablar de las ideas religiosas del inglés Stephen Hawking (1942-2018). Su contribución a la física y su superación de la enfermedad son admirables. Su popularidad fue también debida a su declarado ateísmo, aunque inicialmente mencionara frecuentemente a Dios, hablándonos de que ahora ya podríamos "comprender su mente". Él quiso deshacer así el posible entuerto:

En el pasado, antes de que entendiéramos la ciencia, era lógico creer que Dios creó el Universo. Pero ahora la ciencia ofrece una explicación más convincente. Lo que quise decir cuando dije que conoceríamos "la mente de Dios" era que comprenderíamos todo lo que Dios sería capaz de comprender si acaso existiera. Pero no hay ningún Dios. Soy ateo. La religión cree en los milagros, pero estos no son compatibles con la ciencia.

O también: "Creer en la existencia de un Dios creador del universo es un ejercicio inútil". Y aún dijo más: "El universo pudo y se creó de la nada". Es difícil imaginar que el universo haya sido creado de la nada, o que simplemente haya aparecido. Para oponerse no se precisa recurrir a filósofos modernos. Se puede acudir a los cásicos. Así lo decía el también ateo Lucrecio (99 a. C.-55 a. C.), "nada puede ser creado de la nada". La materia puede surgir del vacío, pero no de la nada. Si de la nada puede salir algo, debe haber alguna probabilidad de que salga y esta probabilidad está sujeta a leyes. Una nada en la que existan leyes preexistentes a su acción no es una nada absoluta. Hay quien ha llegado a decir que el universo existe porque la nada es inestable. Pero la propiedad de ser inestable ya es algo. Mucha imaginación hubo de tener la nada para crear un universo con leyes bellas y simples que han generado tal cantidad de estructuras complejas y, muy en particular, el

asombroso cerebro humano, por ejemplo el del mismo señor Hawking. Además, hay muchos creyentes que tampoco creen en los milagros.

Otra famosa atea fue Marie Curie (1867-1934). No se pronunció mucho sobre sus creencias religiosas. Su padre era ateo y su madre una devota católica. Sabemos que Marie abandonó pronto el catolicismo por el ateísmo; lo sabemos gracias a la biografía que de ella hizo su hija Ève.

Lise Meitner (1878-1968), una de las descubridoras de la fisión del uranio, tuvo que abandonar Alemania por su condición de judía, aunque abandonó su judaísmo para bautizarse en el luteranismo. Parecida suerte sufrió la gran matemática judía Emmy Noether (1882-1935), que tuvo que emigrar a Estados Unidos.

Los judíos americanos no tuvieron que soportar la ferocidad nazi. Así, Vera Rubin, hija de emigrantes judíos, manifestaba abiertamente: “En mi propia vida mi ciencia y mi religión están separadas. Soy judía, por lo que, para mí, la religión es un tipo de código moral y una historia”.

Esta separación entre ciencia y fe se ha hecho muy recurrente entre los científicos actuales. Como un científico tiene un solo cerebro, es difícil este desdoblamiento. “Yo, como físico, pienso tal cosa; como persona, tal otra”. Esta actitud no es criticable, desde luego, pero contrasta con la de los físicos pretéritos que, por regla general, confesaron sin tapujos su fe o su falta de fe.

Capítulo 27

¿El principio antrópico?

Este principio no desnivela la balanza con el teísmo y el ateísmo en sus dos platillos. Probablemente ningún argumento físico la desnivela, pero el principio antrópico, al menos, pone la balanza encima de la mesa. Por tanto, es conveniente esbozar aquí la llamada cosmología antrópica, cuyo significado hace discrepar a los físicos. Unos lo entienden como un principio básico y otros como una falacia, habiendo incluso algunos que lo han tachado de seudociencia.

El principio antrópico, término acuñado por el australiano Brandon Carter (n. 1942) y expuesto y desarrollado en un libro, El principio cosmológico antrópico, escrito por John Barrow (Londres, 1952) y Frank Tipler (Andalusia, Alabama, 1957), libro muy leído y polémico.

El principio antrópico tiene dos versiones con distintos grados de importancia asignada al hombre en el universo. Hay un principio antrópico moderado (o débil, weak) y un principio antrópico duro (o fuerte, strong). Según el libro de Barrow y Tipler, la diferencia entre estas dos modalidades es:

El principio antrópico débil establece que los valores observados de todas las magnitudes físicas no son igualmente probables, sino que toman valores que están restringidos por el requisito de que haya lugares donde la vida basada en el carbono puede evolucionar y por el hecho de que el universo debe ser lo bastante antiguo como para permitir que esa evolución haya tenido lugar.

El principio antrópico fuerte establece que el universo debe tener las propiedades que permitan el desarrollo de la vida en algún momento de su historia.

Una de las causas que mueve a muchos cosmólogos a desconfiar de la validez del principio antrópico es que habla de nosotros y de nuestro universo, empleando una egocéntrica primera persona del plural (menos mal que no ha sido del singular). No hablemos de nosotros, los humanos, pero sí que podemos hablar objetivamente de la vida, algo así como de seres vivos como extraordinarios lugares con bajísima entropía específica. Aunque no sea fácil de definir, se puede entender que la vida es algo que existe objetivamente en el universo. En el universo hay un CMB, hay estrellas de neutrones… y hay vida. Es algo objetivo. Las leyes o las constantes no pueden ser tales que impidan la formación del CMB, de las estrellas de neutrones… o de la vida.

El mejor ejemplo de una predicción basada en este principio antrópico moderado nos lo proporcionó Fred Hoyle, el polémico astrónomo que ya ha sido mencionado anteriormente. Quería Hoyle explicar la composición química del universo partiendo de que, salvo el hidrógeno y el helio, todos los elementos se habían formado en las estrellas. Una forma de obtener elementos más pesados consistía en agregar una partícula alfa, es decir un núcleo de helio, teniendo en cuenta que los núcleos de helio tienen una extraordinaria estabilidad. Así, añadiendo helio-4 al helio-4 se formaba el berilio-8. A continuación, añadiendo helio-4 al berilio-8 debía formarse el carbono-12, luego el oxígeno-16, etc. Pero el proceso se detenía precisamente al principio de esta cadena, porque el carbono-12 así formado era muy inestable.

Hoyle pensó que tenía que haber una “resonancia”, es decir, otra disposición de los protones y neutrones en el núcleo, más energética que la del estado fundamental pero más estable, y calculó la energía de esta resonancia. Se encontraba entonces Hoyle en el Laboratorio Kellog de Caltech y con machacona insistencia acabó persuadiendo a sus físicos y técnicos para que emplearan un acelerador en descubrir tal resonancia. La resonancia apareció y precisamente a la energía que Hoyle había predicho: a 7,65 MeV, una predicción con tres cifras significativas.

Estamos rodeados de carbono y nosotros mismos somos seres carbonáceos, ergo… debe haber una resonancia en el núcleo de carbono-12.

Se pueden concebir otros universos con otras constantes universales. Pero cuando se hacen los cálculos con otras constantes se obtiene el intrigante resultado de que en estos hipotéticos universos la vida tal como la conocemos no hubiera podido desarrollarse. Se habla de un "ajuste fino" de tal forma que, aun si las variaciones de las constantes fueran muy pequeñas se obtendrían universos estériles. Hay un afinamiento tal en las constantes universales y en las proporciones de las interacciones fundamentales que sólo con los valores que conocemos es concebible el hombre, con un muy estrecho margen de error. Entonces, el hombre viene a adquirir un protagonismo singular en la evolución del universo.

Se pueden hacer otros experimentos de cálculo y ver cómo, cambiando ligeramente las intensidades relativas de las distintas interacciones, se obtienen universos estériles.

Un parámetro muy crítico lo proporciona la velocidad de expansión del universo. Antes de una época del universo llamada de nucleosíntesis primigenia, este tenía dos tipos de bariones, los protones y los neutrones. También había otras partículas no bariónicas, tales como de materia oscura, los neutrinos y los fotones. En ese momento, alrededor de unos minutos después del Big Bang, se formaron los núcleos de helio y quedaron también protones, es decir, núcleos de hidrógeno. Así se obtuvieron hidrógeno y helio y los demás núcleos más pesados se formaron después, en las estrellas. Esta historia está esquematizada pero resalta lo esencial.

Para que se produzca la nucleosíntesis primordial, la densidad ha de ser lo suficientemente alta como para que los nucleones se encuentren y la temperatura lo suficientemente baja para que los núcleos de helio formados no se rompan por colisiones. En la expansión, la densidad y la temperatura van disminuyendo. Las variaciones de densidad y temperatura dependen de la velocidad de expansión. Por tanto, la cantidad de helio formada depende muy críticamente de la velocidad de expansión.

Si la expansión hubiera sido más rápida, la densidad habría disminuido más rápido y la nucleosíntesis del helio no se hubiera producido. Como los neutrones fuera del núcleo son inestables (se

desintegran en cosa de un cuarto de hora) nos habríamos quedado sin neutrones. Al contrario, si el enfriamiento hubiera sido más lento, las reacciones no se hubieran detenido y todo el universo sería de hierro: precisamente el hierro porque para producir elementos más pesados que el hierro las reacciones nucleares han de ser endotérmicas. Así que estaríamos en un universo o bien con sólo hidrógeno o bien con sólo hierro: en ambos casos, la formación de la vida sería impensable.

Así pues, uno de los argumentos fuertes que más limita la potencial antropogénesis es la expansión del universo. La velocidad de expansión depende del tipo de universo. En un universo abierto (en términos relativistas), la expansión es más rápida. En un universo cerrado es más lenta. La velocidad del universo real es la del universo crítico, precisamente la transición entre el cerrado y el abierto. Esta condición del universo de ser crítico, o plano según la terminología relativista, es algo que hoy se explica con la teoría de la inflación. Es muy crítica a la hora de hacer posible la existencia del hombre.

La teoría de la inflación, según la cual la velocidad de expansión fue enorme en los primeros 10-36 segundos tras el Big Bang, puede explicar tanto la homogeneidad del universo como su planitud relativista. En realidad no hubo tantos bariones como para “cerrar” el universo, pero sí ayudados por la materia oscura. ¿Gracias a la materia oscura estamos hoy, lector y autor, leyendo y escribiendo este libro?

La existencia de energía oscura también interviene en la cosmología antrópica. Vivimos en una época de transición entre una era dominada por la materia oscura y una era dominada por la energía oscura, responsable de la reaceleración del universo. Mayor cantidad de energía oscura pudiera haber impedido la formación de galaxias (y, por tanto, de estrellas y planetas).

Pueden ponerse muchos más ejemplos. Si el campo magnético primigenio hubiera sido ligeramente mayor, las galaxias se hubieran formado mucho antes.

¿Por qué es tan grande el universo? Esta pregunta se hicieron J. Gribbin y M. Rees en su libro Coincidencias cósmicas. El inglés

Martin Rees (n. 1942) es uno de los más eminentes cosmólogos actuales. Los modelos cosmológicos, y especialmente los modelos de evolución estelar, nos explican la cantidad de carbono en una galaxia. Esta cantidad va aumentando debido a que el carbono se forma en las estrellas y se vierte al espacio interestelar en eyecciones y explosiones estelares. Las nuevas estrellas ya nacen a partir de un medio interestelar enriquecido en carbono. Así, tras varias generaciones de estrellas, acaba la concentración de carbono teniendo su proporción actual.

Hace falta mucho tiempo para que se forme tanto carbono, aunque siga siendo un componente minoritario. ¿Cuánto tiempo? Unos 13,8 mil millones de años, la misma edad del universo, si se tiene en cuenta que la formación del carbono implica también la formación de sus componentes subatómicos. Este tiempo se convierte rápidamente en longitud: el universo observable tiene una dimensión de 13,8 mil millones de años-luz. En realidad, el razonamiento, esencialmente tautológico, se puede invertir: de la cantidad de carbono existente se puede, en principio, deducir la edad del universo.

Sólo podemos existir en un universo muy grande. Según Gribbin y Rees, “esta reflexión demuestra el poder del razonamiento antrópico. Solo por el hecho de que seamos una forma de vida basada en el carbono podemos deducir que el universo ha de tener un tamaño y una edad concretas”.

El principio antrópico duro viene a decir que el universo está diseñado para posibilitar la existencia del hombre. ¿Cómo podemos escapar científicamente de esta conclusión tan incómoda y egocéntrica? El mismo Aristóteles se hubiera sorprendido de nuestra osadía, al vernos decir que el universo está hecho a la medida del hombre.

En realidad, lo que decimos del carbono se puede decir de cualquier otro átomo. La insistencia de numerosos autores precisamente en el carbono se debe a que nuestra química como humanos se basa en el carbono, de ahí el nombre de principio “antrópico”. Pero también podríamos decir: existe el plomo, luego el universo debe ser tal que sea posible la existencia del plomo. La situación se suele comparar con la lotería. Si nos toca el premio entre un millón de papeletas,

nos sorprende la feliz casualidad. Pero… a alguien le tuvo que tocar. Según la teoría de Hugh Everett (1930-1982), concebida para comprender el proceso de medida en la mecánica cuántica, podría interpretarse que todos estos universos posibles realmente existen, y sólo tenemos consciencia del nuestro.

Otra alternativa sería pensar que el universo es como es porque no puede ser de otra manera. Es decir, que su hipotético “hacedor” no hubiera tenido ningún grado de libertad. El sueño de imaginar otros universos se termina. Es decir, en esa lotería de la que hablábamos nos ha tocado el premio porque sólo había un papeleta, la nuestra.

Pero si es así, el principio antrópico se hace aún más incómodo. De todas formas entramos en el terreno especulativo de la física sin calzado apropiado.

Conclusiones

Como este libro no trata de lo que dice la física acerca de dios, no puede ni debe haber conclusiones en este sentido. Por otra parte, una orientación hacia una actitud religiosa concreta es lo más opuesto imaginable a la intención del breve recorrido histórico de este libro (he escrito aquí dios con minúscula intencionadamente, en pro de la objetividad).

Este libro trata de lo que dicen los físicos acerca de dios. Sobre esto sí pueden sacarse algunas conclusiones generales, aunque las generalidades en un tema como este son arriesgadas. Hay más excepciones que reglas. “En general, generalizar es arriesgado”, dicho sea en broma.

Los físicos no han ocultado sus creencias religiosas. Hoy conocemos la opinión teológica de casi todos ellos. Esto se contrapone con el “pudor” actual de muchos físicos contemporáneos que, en materia religiosa, “desdoblan” su personalidad: “Como físico, no tengo nada que decir, la fe y la ciencia son asuntos diferentes; como persona, mi opinión no es interesante”. Así, eluden aburridamente la respuesta. Conocemos bien la opinión de los físicos pretéritos y la desconocemos de nuestros colegas más cercanos.

Los grandes físicos han tenido una fervorosa preocupación por la existencia (o inexistencia) de Dios. Esto puede ser así porque han sido antes pensadores que físicos. Han tenido una mente amplia. Muchos han sido artistas, de entre ellos notables músicos: W. Herschel, compositor y organista; C. Herschel, soprano; M. Planck y W. Heisenberg, pianistas; A. Einstein, violinista, etc. Todos ellos fueron filósofos, muchos teólogos, empleando gran parte de su tiempo y su esfuerzo en estas materias. Para muchos físicos actuales esta amplitud de miras iría en detrimento del número de publicaciones. Pero ellos fueron físicos por ser filósofos. Y también fueron filósofos por ser físicos. O partieron de la filosofía o llegaron

a ella.

Puede observarse una cierta tendencia histórica. Antes de la Ilustración, los físicos eran creyentes, adoptando la religión en la que se habían educado. En esta etapa primera, pueden englobarse los árabes y judíos medievales. Los europeos medievales incluso fueron clérigos hasta la revolución copernicana; tras ella, los físicos fueron más bien seglares aunque creyentes.

Esta admisión de la religión imperante se mantuvo a pesar de las grandes transformaciones históricas que implicaron la forma de entenderla: desde Mahoma hasta Jesús, de los monasterios a los conventos y a las universidades y la separación del protestantismo de la Iglesia de Roma. En esta época hubo controles más o menos férreos de la herejía, por lo que cabría dudar de la sinceridad de las confesiones religiosas de los sabios. Sin embargo, en muchos casos, no puede dudarse de ella, porque vivieron su experiencia religiosa con extremado celo, muy por encima del listón de la sospecha. Este sería el caso de Kepler, Descartes o Newton.

La Ilustración pretendió un cambio drástico. Admitía a los deístas que buscaban un ser supremo mediante el uso de la razón y admitía a los ateos, pero rechazaba a los infelices teístas que creían en la verdad revelada. No sólo rechazaba a los clérigos, sino que los perseguía y los expulsaba. Las tradiciones religiosas no eran tolerables en el siglo de la razón. Y sin embargo, los grandes físicos del periodo ilustrado no siguieron los pasos esperados y exigidos por el autocomplaciente siglo. Estos serían los casos de Euler, Daniel Bernoulli o Gauss, teístas declarados.

La época romántica del siglo XIX no aprendió la lección dictada por sus predecesores ilustrados. Así fueron rigurosos creyentes, incluso píos, muchos de los más admirados físicos. Por ejemplo, Maxwell, Pascal, Faraday o Kelvin.

Finalmente, el siglo XX, tras la irrupción de la relatividad y la cuántica, como consecuencia de la revolución filosófica que supusieron, y como consecuencia también de la evaporación de la censura, las opiniones de los físicos se desparramaron en tantas ramas como físicos (incluso más). Cada uno llegó a sus propias convicciones personales.

La fe se desentendió de un creador antropomorfo, pero algunos lo encontraron en la armonía del universo o la belleza o la sencillez de la matemática de la física. Puede ser el caso de Einstein, Dirac o Schrödinger. Para ellos Dios era lo que había creado (al menos) el universo.

Los griegos no entran en este esquema general de evolución del pensamiento religioso. Si buscamos definirlo con una sola palabra que caracterizara su relación con dios, esta sería: indiferencia. Según Schrödinger, esto se debió a que los jonios primitivos vivieron en pequeñas ciudades-Estado, no en grandes imperios necesitados de dioses para su cohesión. Los demás griegos heredaron esta imparcialidad.

Sin atender a la evolución temporal, entre los grandes físicos anteriores al siglo XXI hay pocos indiferentes y muy pocos ateos, siendo Laplace, Curie o Chandrasekhar notables representantes. Llama incluso la atención el buen número de creyentes convencidos, ardientes y devotos. Sean buenos los ejemplos de Kepler, Newton, Pascal, Maxwell, Eddington o Kelvin, que vivieron su fe apasionadamente.

Puede vislumbrarse una tendencia creciente actual al agnosticismo, como es el caso de Fermi. El agnosticismo es una respuesta religiosa siempre lógica y honesta, pero es la ausencia de respuesta, aunque la ausencia de repuesta sea ya un tipo de respuesta. No es ni un sí ni un no; es un no lo sé.

Se observa quizá también una reafirmación progresiva del materialismo, de pensar que sólo hay átomos y que nosotros mismos no somos más que átomos, precisamente en la época en la que la idea de átomo ha perdido su imagen indestructible y consistente. Claro que, aunque la imagen del átomo sea evanescente, no tiene por qué serlo el materialismo. También parece observarse una tendencia a la indiferencia, en un reencuentro con los jónicos primitivos.

Algunos libros recomendados

A

zcárraga

, J. A (2007): En torno a Albert Einstein. Su ciencia y su tiempo, Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2ª ed.

B

attaner

, E. (2016): Los pecados de dos grandes físicos. Newton y Einstein, Editorial de la Universidad de Granada.

— (2020): Historia de la física. Cómo la astronomía se hizo física, Guadalmazán, Córdoba.

Fernández Rañada

, A. (2008): Los científicos y Dios, Trotta, Madrid.

G

ribbin

, J. y

Rees

, M. (1989, 2014): Cosmic coincidences. Dark matter, mankind and anthropic cosmology, ReAnimus Press. (Edición española: Coincidencias cósmicas. Materia oculta, especie humana y cosmología antrópica, 1991, Pirámide. Ciencia hoy, Madrid).

H

eisenberg

, W. (1958): Physics and Phylosophy. The Revolution in modern Science, World Perspectives, Harper & Brothers, Nueva York.

Jiménez, J.; Zurita

,

A.

y F

lorido

, E. (eds.) (2017): 50 años escudriñando y descifrando el Universo, Editorial de la Universidad de Granada.

K

rag

, H. (2004): Matter and Spirit in the Universe. Scientific and Religious Preludes to Modern Cosmology, Imperial College Press, Londres.

Mitton

, S. (2005): Fred Hoyle. A life in science, Aurum Press, Londres.

Sánchez Martínez

, F. (2019): Soñando estrellas, Instituto de Astrofísica de Canarias, La Laguna.

S

chrödinger

, E. (1944): What is life?, Cambridge University Press, Cambridge. (Edición española: ¿Qué es la vida? 1983, 2011, Metatemas, Tusquets, Barcelona).

— (1996) Nature and the Greeks, Cambridge University Press. (Edición española: La naturaleza y los griegos, Metatemas, Tusquets, Barcelona).

V

ernet

, J. (1999): Lo que Europa debe al Islam de España, Acantilado, Barcelona.

W

einberg

, S. (2015): To explain the world, Harper Collins, Nueva York. (Edición española: Explicar el mundo, 2015, Penguin Random House, Barcelona).

Índice onomástico

A

Abderramán I 16

Abderramán III 16

Abentofail 16, 17, 44

Abraham 49

Acosta, José de 32

Adán 54, 55

Aguilera, Juan 31, 32

Al-Battani 16

Al-Bitrugi 16, 17, 23

Alfonso X el Sabio 19, 25, 85

Al-Ghazali (Algacel) 18

Alhacén 16, 41

Al-Jwarizmi 16

Al-Mamún 14, 15

Ampère, André-Marie 69, 70

Anaximandro 10

Anaxímenes 10

Aristarco 9, 29, 39

Aristóteles 9, 11, 13, 17, 18, 22, 29, 64, 113

Arquímedes 9, 12

Arrio 52

Averroes 16, 17, 18, 22, 23

Avicena 16

Avogadro, Amedeo 102

Azarquiel 16

B

Bacon, Francis 58

Bacon, Roger 20

Bailly, Jean-Silvain 59

Barberini, Maffeo 40

Barrow, John 109

Bell, Jocelyn 96

Bergh, Sidney van den 95

Bernoulli, Daniel 60, 61, 62,
116

Bethe, Hans 96

Bohr, Niels 43, 81, 88, 106

Boltzmann, Ludwig 69, 70, 74, 75, 76, 79, 81, 87

Bonaparte, Napoleón 59, 60, 61, 62, 65, 66, 67, 70

Bondi, Hermann 95

Born, Max 88

Boyle, Robert 57, 99

Brahe, Tycho 35, 36, 37, 39,
59

Bruno, Giordano 21, 27, 29, 39, 40, 93

Buridán, Juan 22, 23, 24

C

Calvino, Juan 30, 31

Carlos I de España 31

Carlos II de Inglaterra 53

Carlos III de España 30, 60

Carnot, Lazare 59

Carter, Brandon 109

Casas, Bartolomé de las 21

Catalina II de Rusia 60

Cervantes, Miguel de 20

Chaloner, William 55

Chandrasekhar, Subrahmanyan 91, 96, 117

Clausius, Rudolf 75, 77, 78

Colón, Cristóbal 20

Constantino, emperador 52

Copérnico, Nicolás 24, 25,

27, 28, 29, 30, 31, 32, 33,

39, 59

Corneille, Pierre 50

Crick, Francis 101

Cristina de Suecia 42

Cristina de Toscana 40

Curie, Marie 108, 117

Cusa, Nicolás de 24

D

d’Ailly, Pedro 24

Daniel, profeta 53

Darwin, Charles 76, 99

Demócrito 11

Descartes, René 17, 24, 42,

43, 44, 45, 46, 56, 58, 66, 68, 116

Diofanto 13

Dirac, Paul 90, 91, 92, 101, 117

Duhem, Pierre 43, 78

Duillier, Fatio de 55

E

Eddington, Arthur 96, 117

Einstein, Albert 43, 46, 60, 71, 75, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 90, 91, 93, 96, 116, 117

Enrique VIII de Inglaterra 52

Erasmo de Rotterdam 30

Eratóstenes 9

Euclides 9, 35

Euler, Leonhard 48, 60, 61, 116

Everett, Hugh 113

F

Faraday, Michael 69, 116

Federico II Hohenstaufen 25

Felipe II de España 31, 32, 36

Fermat, Pierre 43, 49

Fermi, Enrico 96, 117

Filopón 23

Flamsteed, John 55

Foscarini, Peter Paolo 39

Fourier, Joseph 59, 61, 62

Franklin, Benjamin 59

fray Domingo Soto 23

fray Luis de León 24

fray Martín de Rada 24, 32

Friedmann, Aleksandr 93, 94

G

Galilei, Galileo 34, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 59, 65, 81, 96, 104, 105

Gamow, George 96

Gauss, Carl Friedrich 70,

116

Gold, Thomas 95

Gómez Pereira, Manuel 44

Gregorio IX 21

Gribbin, John 112, 113

Grosseteste, Robert 20

Gustavo III de Suecia 60

H

Halley, Edmund 54

Harún al-Rashid 14

Hawking, Stephen 107, 108

Heisenberg, Werner 43, 81, 88, 90, 104, 105, 106, 116

Helmholtz, Hermann von 68

Heráclides 24, 29, 39

Herón 9

Herschel, Carolina 64, 115

Herschel, John 64

Herschel, William 59, 62, 63, 64, 115

Hertz, Heinrich Rudolf 72

Hiparco 9

Hipaso 11

Hooke, Robert 55

Hoyle, Fred 93, 94, 95, 96, 98, 100, 110

Hubble, Edwin 94

Huet, Pierre 44

Humboldt, Alexander von 69

Hunayn ibn Ishaq 14

Hussher, James 54

Huygens, Christian 43, 46

I

Isaac, patriarca 49

Isaías, profeta 54

J

Jacob, patriarca 49

Jansen, Cornelio 50

Jordan, Ernst Pascual 88

Jordá, Pascual 88

José II de Austria 60

Juan XXI 22

Juan XXII 22

K

Kant, Immanuel 68

Kepler, Johannes 30, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 43, 45, 54, 59, 116, 117

Kragh, Helge 84

Kramer, Heinrich 21

L

Lagrange, Giuseppe Luigi 48, 59, 60, 61

Lalande, Jerôme 62

Laplace, Pierre-Simon 59, 60, 65, 66, 67, 68, 74, 87, 117

Lavoisier, Antoine 61

Leibniz, Gottfried 43, 47, 48, 55, 60, 68

Lemaître, Georges 30, 80, 82, 92, 93, 94, 95

Llull, Ramón 20

lord Kelvin

véase Thomson, William

Lucrecio 107

Luis XV de Francia 60

Lutero, Martín 24, 30, 32

M

Mach, Ernst 75, 78, 87

Mahoma 15, 116

Marat, Jean-Paul 60, 61

Mästlin, Michael 37

Maxwell, James Clerk 57, 69,

70, 71, 72, 73, 74, 78, 81, 116, 117

Meitner, Lise 108

Melanchton, Felipe 31

Mersenne, Marin 42, 46

Mistral, Gabriela 20

Monardes, Nicolás 32

Monge, Gaspard 59

N

Nahmánides 25

Newton, Isaac 31, 43, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 66, 67, 68, 71, 72, 81, 87, 99, 116, 117

Noether, Emmy 108

O

Ockham, Guillermo de 20

Oersted, Hans Christian 70

Oresme, Nicolás 23, 24, 43

Osiander, Andreas 28

P

Paley, William 99, 100

Pascal, Blaise 43, 46, 49, 50, 116, 117

Pauli, Wolfgang 90, 104

Pedro IV de Aragón 25

Peucer, Caspar 31

Pitágoras 9, 11, 34

Planck, Max 43, 81, 87, 88, 89, 96, 115

Platón 9

Poincaré, Henri 78

Ptolomeo 9, 17, 23, 29, 31

R

Racine, Jean 50

Rees, Martin 112, 113

rey Salomón 54, 58

Rheticus, Joachim 28

Riccioli, Giovani Battista 41

Rodolfo II, emperador 36

Roget, Juan 38

Rubin, Vera 108

Rumford, conde de 59

S

Sacrobosco, Johannes de 24

Sahagún, Bernardino de 20

san Agustín 13, 14, 24, 30, 50, 51, 80, 95

san Alberto Magno 22

san Atanasio 52, 53

Sánchez, Francisco (tudense)
44

san Francisco de Asís 20, 51

san Ignacio de Loyola 24, 30

san Juan 53

san Roberto Belarmino 21, 39

santo Domingo de Guzmán 20, 21

santo Tomás de Aquino 20, 22, 23, 80, 85, 95

Saxe, Alberto de 24

Schönberg, Nicolás 28

Schrödinger, Erwin 10, 43, 82, 88, 91, 100, 101, 102, 103, 117

Servet, Miguel 31

Sócrates 9, 12

Spinoza, Baruch 46, 48, 84

Stark, Johannes 106

Suárez, Francisco 48

T

Tales 9, 10

Thomasius, Jakob 48

Thomson, William 73

Tipler, Frank 109

Torquemada, Tomás de 21

U

Urbano VIII

véase Barberini, Maffeo

Urdaneta, Andrés de 24

V

Vallés, Francisco 32

Vitoria, Francisco de 23

Volta, Alessandro 59

W

Watson, James 101

Whiston, William 53

Wickramasinghe, Chandra 100

Y

Yuhanna ibn Haylan 14

Yusuf 16

Z

Zacuto, Abraham 25

Zúñiga, Diego de 24, 32, 33, 39

Real Sociedad Española de Física (RSEF)

La Real Sociedad Española de Física (RSEF) es una institución sin ánimo de lucro continuadora de la rama de Ciencias Físicas de la Real Sociedad Española de Física y Química (RSEFQ), fundada en el año 1903 y dividida en 1980 en las actuales Reales Sociedades de Física (RSEF) y de Química (RSEQ). La RSEF es una asociación declarada de utilidad pública cuyo objetivo es promover el desarrollo de la física en todas sus facetas, fomentando la investigación, la enseñanza, la cultura científica y la divulgación de la física en todos sus aspectos.

FUNDACIÓN RAMÓN ARECES (FRA)

Creada en 1976, la Fundación Ramón Areces desarrolla su actividad en los ámbitos de las ciencias de la vida y de la materia, las ciencias sociales y las humanidades, áreas en las que impulsa la investigación científica, contribuye a la formación de capital humano, y difunde el conocimiento.

NOTAS

1. El autor ha escrito también una Historia de la física, que pronto verá la luz, si no la ha visto ya, en la editorial Guadalmazán.

2. El principio cosmológico dice que el universo a muy grandes escalas es homogéneo e isótropo. Viene a significar que todos los lugares del universo son equivalentes, por lo que no puede tener ni centro ni bordes.

3. G. Lemaître (1946): L'hypothèse de l'atom primitif: Essai de Cosmogonie, Éditions du Griffon, Neuchatel.

Índice

Preámbulo

CAPÍTULO 1. Los griegos y Dios

CAPÍTULO 2. Los árabes y Alá

CAPÍTULO 3. La física de los clérigos

CAPÍTULO 4. Copérnico, canónigo

CAPÍTULO 5. Kepler, místico

CAPÍTULO 6. El caso Galileo

CAPÍTULO 7. Descartes y el método

CAPÍTULO 8. Leibniz, filósofo

CAPÍTULO 9. Pascal, ermitaño

CAPÍTULO 10. Newton, exégeta

CAPÍTULO 11. La Ilustración

CAPÍTULO 12. Herschel, el músico

CAPÍTULO 13. Laplace y el determinismo

CAPÍTULO 14. La física romántica

CAPÍTULO 15. Maxwell, señor feudal

CAPÍTULO 16. Boltzmann y el atomismo

CAPÍTULO 17. La muerte térmica del universo

CAPÍTULO 18. El siglo de oro de la física

CAPÍTULO 19. Einstein y ‘el Viejo’

CAPÍTULO 20. Planck y el origen de la cuántica

CAPÍTULO 21. Dirac y la belleza matemática

CAPÍTULO 22. El telescopio y Dios. Lemaître

CAPÍTULO 23. El microscopio y Dios. Hoyle

CAPÍTULO 24. Schrödinger y la vida

CAPÍTULO 25. Heisenberg, el ‘boy scout’

CAPÍTULO 26. Algunos otros físicos del siglo XX

CAPÍTULO 27. ¿El principio antrópico?

Conclusiones

Algunos libros recomendados

Índice onomástico

NOTAS